I. Conecini
P. Dan
F. Mihale

Verificarea panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare

93

colecţia electricianului

editura tehnică

Ing. Ion Conecini
ing. Petre Dan ing. Florin Mihale

Verificarea panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare

93

Editura tehnică
Bucureşti

În această lucrare sînt descrise principalele tipuri de panouri și tablouri pentru distribuția electrică și pentru automatizarea proceselor tehnologice din industrie și agricultură. Este indicată tehnologia de execuție a acestor panouri și tablouri fiind descrise aparatele și materialele folosite la echiparea lor. Un capitol aparte este afectat problemelor de control tehnic și problemelor de exploatare și întreținere. În încheiere sînt date măsurile specifice de protecția muncii, de pază și stingerea incendiilor.

Lucrarea se adresează în principal maiștrilor și tehnicienilor care execută, montează, recepționează și pun în funcțiune prefabricatele electrice de joasă tensiune, panouri și tablouri de automatizare a proceselor de producție în toate ramurile industriale.

Control științific: ing. ALEXANDRU CESAUAN
Redactor: ing. IOAN GANEA
Tehnoredactor: ELLY GORUN
Coperta seriei: VALENTIN VIȘAN

Bun de tipar: 19. 03. 1981. Coli de tipar: 14,50.
C.Z.: 621.316.34/36.

Tiparul executat sub com. nr. 49,
la Întreprinderea Poligrafică „Crișana",
Oradea, str. Moscovei nr. 5.
Republica Socialistă România

1. Noțiuni introductive

Progresul economico-social al țării noastre, caracterul dinamic al dezvoltării economiei naționale și necesitatea înfăptuirii în cele mai bune condiții a Programului partidului, de edificare a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintare a României spre comunism au impus energeticii un ritm rapid de dezvoltare, determinat de necesitatea avansului pe care aceasta trebuie să-l aibă față de celelalte ramuri ale economiei.

Directivele Congresului al XII-lea al P.C.R. cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1981—1985 și „Programul de cercetare și dezvoltare în domeniul energiei pînă în 1990 și orientările principale pînă în anul 2000" prevăd realizarea unei producții de energie electrică de 88—90 TWh pentru anul 1985 și de 105—110 TWh în anul 1990.

Concretizînd liniile directoare ale politicii energetice, programul-directivă stabilește sarcinile de bază privind cercetarea geologică, descoperirea și valorificarea de noi resurse energetice, extinderea și perfecționarea organizării sistemului electroenergetic național, gospodărirea cu maximă eficiență a întregului potențial energetic de care dispune țara noastră, raționalizarea și reducerea continuă a consumurilor de energie în toate domeniile de activitate, introducerea și extinderea sistemelor și mijloacelor avansate de mecanizare și automatizare a proceselor de producție. În deceniul 1981—1990 este prevăzută trecerea la mecanizarea complexă, automatizarea și cibernetizarea proceselor de producție.

În aceste condiții nu se poate concepe nici o activitate fără asigurarea alimentării cu energie electrică, nu se poate concepe nici un sector de activitate fără tablouri de distribuție a energiei electrice și nici un proces de producție mecanizat, automatizat, sau cibernetizat fără tablouri și panouri de automatizare.

În centralele electrice de producere a energiei electrice, în stațiile electrice și în posturile de transformare prin care se asigură distribuirea energiei electrice către consumatori, precum și în orice întreprindere, sector, atelier, laborator etc. sînt instalate atît tablouri electrice de distribuție de joasă tensiune cît și tablouri și panouri de comandă, protecție și de automatizare.

Aceste panouri și tablouri electrice, asigurînd fie alimentare cu energie electrică, fie comanda, protecția și automatizarea instalațiilor sau a proceselor tehnologice, trebuie să aibă un grad înalt de siguranță în funcționare.

Siguranța în funcționare a acestor panouri și tablouri electrice de distribuție și de automatizare este determinată atît de fiabilitatea potențială, asigurată prin proiectare, cît și de fiabilitatea operațională, în funcționare, care depinde în mod direct de verificările făcute la punerea în funcțiune și în exploatare și de lucrările de întreținere și reparație. Pentru a se asigura fiabilitatea panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare este necesar ca, atît la punerea în funcțiune, cît și în timpul funcționării să se execute un riguros control tehnic, verificări, măsurări, încercări profilactice și lucrări de întreținere conform normelor și normativelor în vigoare.

În capitolele ce urmează sînt detaliate aceste verificări, la punerea în funcțiune și în exploatare, ale panourilor și tablourilor electrice de distribuție și automatizare.

2. Descrierea tablourilor electrice de distribuţie de joasă tensiune şi de automatizare

Tablourile electrice de distribuţie de joasă tensiune şi tablourile electrice de automatizare reprezintă ansamble care conţin aparate electrice, conexiuni, borne de curent, echipamente de comandă, măsură, protecţie, semnalizare etc., montate complet cu toate elementele lor constructive.

Tablourile de distribuţie — racordate la una sau mai multe surse de energie electrică — servesc la distribuţia acesteia precum şi la protecţia, controlul-comanda şi reglarea aparatelor sau circuitelor electrice.

Tablourile (panourile) de automatizare servesc la obţinerea funcţionării automate a maşinilor şi instalaţiilor precum şi la realizarea automatizării proceselor tehnologice în toate ramurile industriale (industria metalurgică, constructoare de maşini, chimică, textilă, alimentară etc.)

Referirea — în cadrul prezentei lucrări — la aceste categorii de tablouri electrice — se face utilizînd denumirea generală de *„tablou"*.

Tablourile pot funcţiona:

— în curent alternativ de frecvenţă 15 pînă la 60 Hz şi cu tensiuni nominale pînă la 1 000 V;

— în curent continuu cu tensiuni nominale pînă la 1 200 V.

2.1. Elemente componente

Tablourile au în componența lor circuite principale și auxiliare care formează unități funcționale independente.

Circuitul principal este un ansamblu de elemente conductoare (aparate electrice, cabluri și conductoare electrice etc.) destinate să asigure distribuția energiei electrice, iar *circuitul auxiliar* cuprinde elemente care asigură măsura, semnalizarea, comanda, controlul, protecția și alte funcții complementare.

Unitatea funcțională este reprezentată de ansamblul de elemente ale circuitelor principale și auxiliare dintr-un tablou care servesc îndeplinirii unei aceleiași funcțiuni.

Exemple de unități funcționale:

Sosire — unitatea funcțională ce servește la primirea energiei electrice.

Plecare — unitatea funcțională ce servește la furnizarea energiei electrice.

Cuplă — unitatea funcțională ce asigură legătura între mai multe unități funcționale, legătură ce poate fi realizată — de exemplu — cu ajutorul unor sisteme de bare și al aparatelor de conectare.

Un grup de unități funcționale, interconectate electric pentru realizarea funcțiilor de exploatare, formează un *ansamblu funcțional.*

2.2. Caracteristici electrice

Tensiunea. *Tensiunea nominală* (U_n). Tensiunea nominală a unui circuit reprezintă valoarea tensiunii care servește la definirea circuitului respectiv și la care se referă condițiile sale de funcționare (tabelul 2.1 și tabelul 2.2).

Tabelul 2.1

Valori normalizate ale tensiunii U_n pentru circuite principale, în V

Curent continuu	24; 48; 60; 110; 125; 220; 250; 300; 440; 600; 750; 800; 1 200
Curent alternativ	24*; 42; 48; 60; 127*; 220; 380; 440; 500 660; 1 000

* numai la circuite monofazate sau tensiunea între fază și neutru în circuite trifazate.

Tabelul 2.2

Valori normalizate ale tensiunii U_n pentru circuite auxiliare, în V

Curent continuu	6; 12; 24; 48; 60; 110; 125; 220; 250; 440; 600; 750; 800;
Curent alternativ	24; 42; 48; 110; 127; 220; 380; 500;

Observații:

— valorile recomandate sînt subliniate;

— prin tensiune în curent alternativ se înțelege tensiunea între faze;
— pentru circuite de măsură se admit și alte valori decît cele cuprinse în tabelele 2.1 și 2.2;
— pentru circuitele și aparatele electronice se ține seama și de prescripțiile speciale existente în acest sens.

Dacă într-un tablou toate circuitele principale sau — în lipsa lor — toate circuitele auxiliare funcționează sub aceeași tensiune nominală, aceasta reprezintă totodată și t e n s i u n e a n o m i n a l ă u n i c ă a t a b l o u l u i.

În caz contrar, se precizează tensiunile nominale diferite ale circuitelor tabloului.

Tensiunea de serviciu (U_s). Tensiunea de serviciu este tensiune efectivă aplicată în exploatarea unui circuit al tabloului.

Dacă nu se precizează limitele tensiunii de serviciu, se consideră

$$U_s=(0{,}9 \ldots 1{,}1)\, U_n.$$

Tensiunea nominală de izolație. Tensiunea nominală de izolație a tabloului reprezintă valoarea tensiunii care servește la definirea acestei izolații, în funcție de această valoare determinîndu-se:

— tensiunea de verificare a calității dielectrice;

— distanțele de conturnare;

— distanțele de izolație în aer.

În circuitele polifazate, tensiunea nominală de izolație este definită prin tensiunea între faze.

Dacă un circuit funcționează sub mai multe tensiuni nominale, tensiunea nominală de izolație este cel puțin egală cu tensiunea nominală cea mai ridicată.

Curentul. *Curentul nominal de utilizare al unui circuit al tabloului.* Curentul nominal de utilizare al unui circuit al tabloului este definit de curentul nominal al aparatului cu cel mai mic curent admisibil dintre aparatele montate în serie, în acest circuit. Curentul admisibil este stabilit pentru serviciul nominal al aparatului, în funcție de condițiile de montaj în tableu.

Pentru siguranțele fuzibile se ia în considerație curentul nominal al fuzibilului, iar pentru releele maximale de curent, se ia în considerație valoarea maximă de reglaj.

Curentul nominal de utilizare al tabloului. Dacă tabloul conține mai multe unități funcționale, nu se poate defini în toate cazurile o valoare unică a curentului nominal de utilizare.

În situația în care se definește o valoare unică a curentului nominal de utilizare al tabloului, acesta este egal cu curentul nominal al unității de sosire sau cu suma curenților nominali de utilizare ai unităților de sosire care funcționează simultan.

Frecvența. *Frecvența nominală.* Frecvența nominală a tabloului reprezintă valoarea frecvenței care servește să-l definească și la care se raportează condițiile sale de funcționare.

Dacă circuitele tabloului au frecvențe diferite, este necesar să se indice toate aceste frecvențe nominale diferite.

Frecvența de serviciu. Frecvența de serviciu reprezintă frecvența efectivă în exploatare la un tablou sau la un circuit al acestuia.

Dacă limitele frecvenței de serviciu nu sînt precizate, se consideră că frecvența de serviciu poate varia între 0,98 și 1,02 din frecvența nominală.

Regimul de exploatare. *Regimul nominal de exploatare al tabloului.* Regimul nominal de exploatare al tabloului poate fi definit numai dacă toate circuitele prin-

cipale sau — în lipsa acestora — toate circuitele auxiliare au același regim nominal de exploatare.

Regimul nominal de exploatare al unui circuit al tabloului. Regimul nominal de exploatare al unui circuit al tabloului este definit de regimul pentru care condițiile tehnice — în special cele referitoare la limitele de încălzire — din STAS R 9321-73 și din caietul de sarcini sau norma internă a tabloului, sînt satisfăcute.

Regimuri nominale de exploatare uzuale;

— regim de 8 h;
— regim fără întrerupere (continuu);
— regim intermitent (periodic);
— regim temporar.

Circuitele tabloului pot avea regimuri nominale de exploatare diferite.

2.3. **Construcția metalică**

2.3.1. *Tipuri constructive*

Ținînd seama de tipizarea realizată de C.I.E.T.A.—AUTOMATICA, construcțiile metalice ale tablourilor se pot grupa în următoarele tipuri uzuale:

— panouri;
— stelaje;
— dulapuri;
— pupitre;
— cutii.

În funcție de poziția lor în cadrul tablourilor, panourile, stelajele, dulapurile și pupitrele pot fi:

— *de grup* — prevăzute cu elemente de prindere pe ramele laterale;

— *de capăt* (stînga, dreapta) — prevăzute cu elemente de prindere pe rama laterală opusă peretelui ce reprezintă extremitatea tabloului;

— *individuale* — tabloul este format dintr-un singur element (panou, stelaj, dulap, pupitru).

Panouri. Panourile sînt construcții metalice deschise. În funcție de domeniile de utilizare, panourile se clasifică astfel:

— Panouri de joasă tensiune (fig. 2.1);
— Panouri speciale;
  — panouri de automatizare (fig. 2.2);
  — panouri — pupitre (fig. 2.3);
  — panouri universale.

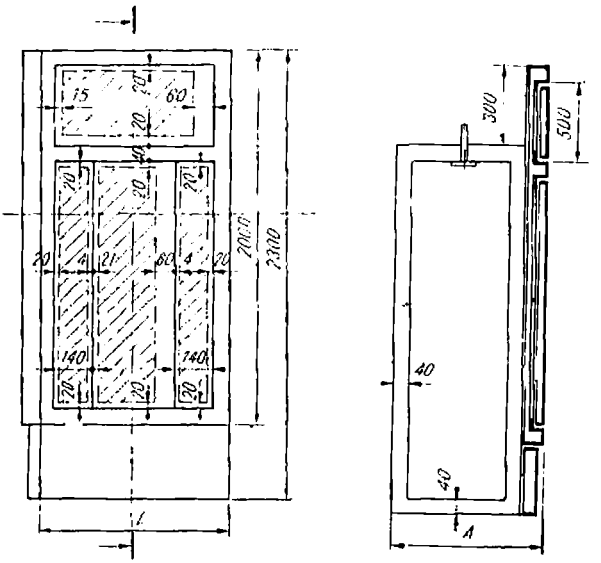


Fig. 2.1. Panou de joasă tensiune:
L — lățimea panoului: 800, 1 000 sau 1 100 mm; *A* — adîncimea panoului: 800; 900 sau 1 000 mm.

În fig. 2.1 este prezentat un exemplu de soluție constructivă de panou de joasă tensiune. Porțiunile haşurate reprezintă suprafața utilă cu decupări în care se montează aparatele de măsurat și de control și o parte din aparataj (butoni, lămpi, comutatoare etc.).

În fig. 2.2 este prezentat un panou de automatizare simplu și unul dublu. Suprafața $h \times L$ (copertina) poate fi dreaptă — ca în figură — sau înclinată, pe ea montîndu-se schema sinoptică.

Cu aceste panouri se pot forma și contururi poligonale pentru tablouri în camerele de comandă.

Stelaje. Stelajele sînt construcții metalice deschise mai simple, formate numai din scheletul metalic pe care se fixează traversele și suporții pentru aparataj (fig. 2.4).

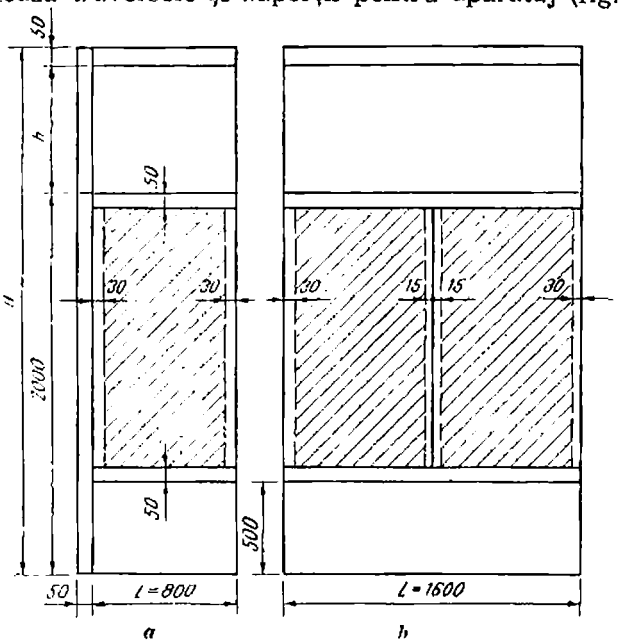


Fig. 2.2. Panou de automatizare:
a — simplu; *b* — dublu.

Dulapuri. Dulapurile sînt construcții metalice închise, realizînd diferite grade de protecție a aparatului montat în interiorul lor. În funcție de domeniile de utilizare, distingem următoarele tipuri constructive principale:

— dulapuri de joasă tensiune (D 21, D 22, D 32) (fig. 2.5);
— dulapuri (D 31);
— dulapuri de automatizare: neoperative (DN) și D 19;
— dulapuri pentru scheme sinoptice;
— dulapuri mici (D 16);
— dulapuri cu sertare debroșabile.

Avînd în vedere diferitele soluţii constructive de realizare ale dulapurilor de joasă tensiune se fac următoarele precizări:

— dulapurile D 22, avînd uşa îngropată, realizează un grad de protecţie mai bun (IP.41) decît tipurile D 32, D 21 (IP. 30);

— dulapurile cu soclu (H_{max}=2 300) se pot realiza — în funcţie de necesităţi şi fără soclu, avînd în acest caz H_{max}=2 000;

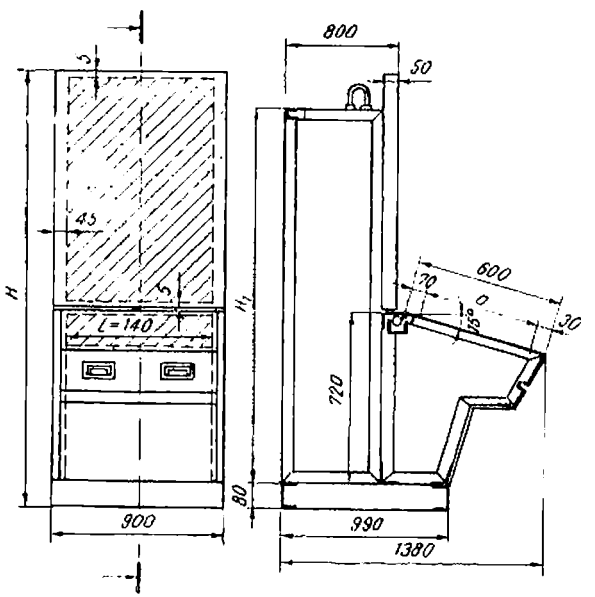


Fig. 2.3. Panou-pupitru:
H — înălţimea feţei panoului: 2 080, 2 280 sau 2 480 mm;
H_1 — înălţimea spatelui panoului: 1 900, 2 100 sau 2 300 mm.

— dulapurile D 31 (grad de protecţie IP. 20) avînd diferite soluţii constructive de realizare pot avea *H*=2 000 sau *H*=2 300;

— dulapul neoperativ DN (grad de protecţie IP. 30) se utilizează în camerele de comandă ale centralelor electrice şi ale uzinelor hidroelectrice;

— dulapul D 19, oferă un grad de protecție sporit (IP. 42), prin utilizarea ușii îngropate și modul de asamblare a pereților cu cadrul metalic.

În fig. 2.6 este prezentată o soluție constructivă de realizare a dulapurilor pentru scheme sinoptice (grad de pro-

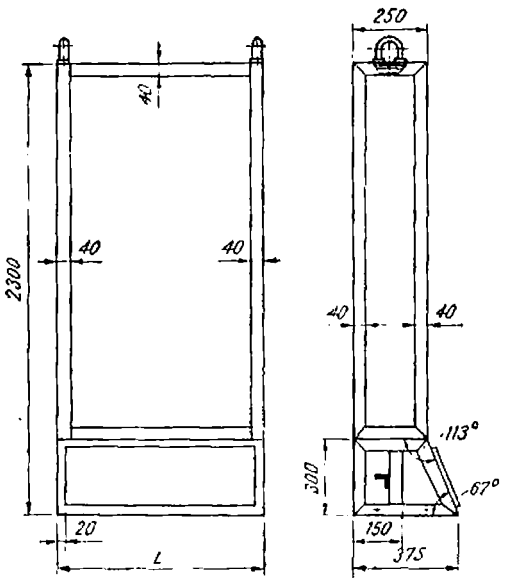


Fig. 2.4. Stelaj:
L — lățimea stelajului: 600, 800 sau 1 000 mm.

tecție IP. 30). Ramele pentru scheme sinoptice se montează pe dulapuri și pe tablouri formate din dulapuri, cu următoarele fronturi:

$L=$ 800, 1 000, 1 200, 1 600;
$L=$ 2 000, (1 000+1 000);
$L=$ 2 400, (1 200+1 200);
$L=$ 3 200, (1 600+1 600);
$L=$ 3 600, (1 200+1 200+1 200).

Dulapul mic (D 16) oferă de asemenea un grad de protecţie ridicat (IP. 42).

Tablourile formate din dulapuri cu sertare debroşabile au aparatura de conectare debroşabilă sau în montaj debroşabil.

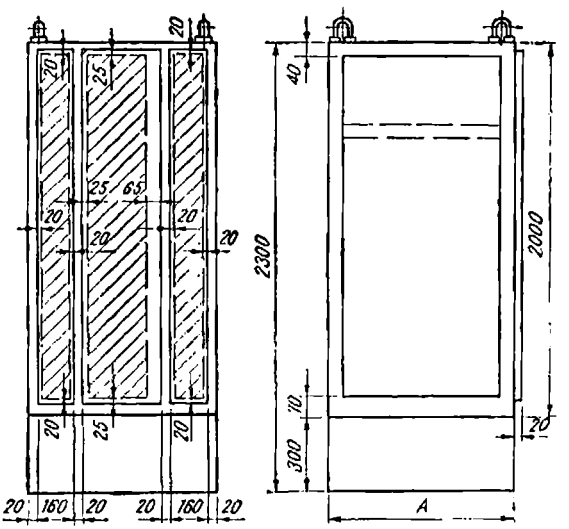


Fig. 2.5. Dulap de joasă tensiune tip D21:
L — lăţimea dulapului: 800, 1 000, 1 200 sau 1 600 mm;
h — înălţimea: 540, 790 sau 990 mm.

Drept exemple de tablouri cu sertare debroşabile se pot menţiona:

— tablouri „DISTRIBLOC" — destinate instalaţiilor alimentate de transformatoare cu puteri din gama 630—1 600 kVA;

— tablouri „INBLOC" — destinate instalaţiilor alimentate de transformatoare cu puteri din gama 100—400 kVA sau ca tablouri secundare cu curent nominal pînă la 800 A;

— tablouri formate din dulapuri cu sertare de vane;

— tablouri formate din dulapuri cu sertare de motoare.

Pupitre. În fig. 2.7 și 2.8 sînt prezentate cîteva soluții constructive de realizare a pupitrelor (grad de protecție IP. 30).

Cutii. Cutiile se execută în mai multe variante:

— cutie C.8. cu grad de protecție IP. 41 (fig. 2.9);

— cutie C.14. cu grad de protecție IP. 54 (fig. 2.10);

— cutie de comandă, cu grad de protecție IP. 42 (fig. 2.11);

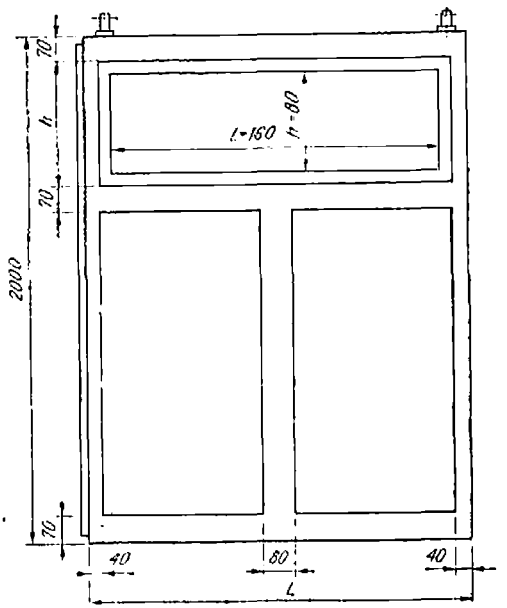


Fig. 2.6. Dulap pentru schemă sinoptică.

— cofreți pentru traductoare I.E.A., cu grad de protecție IP. 43.

În fig. 2.9—2.11 sînt prezentate cîteva soluții constructive de realizare a cutiilor, ținînd seama și de rolul lor funcțional. Cofreții sînt utilizați pentru montarea în

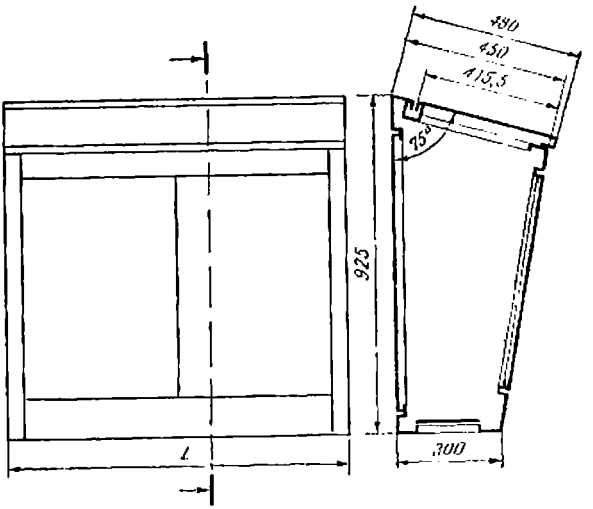


Fig. 2.7. Pupitru de comandă:
L — lățimea pupitrului: — simplu: 600 sau 800 mm; dublu: 1 000 sau 1 200 mm.

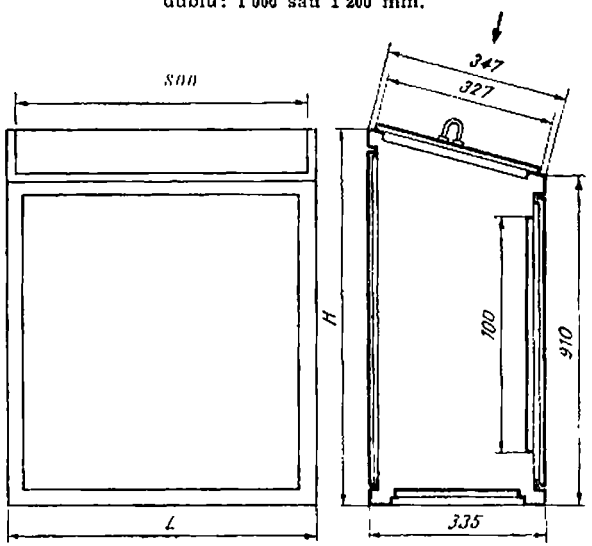


Fig. 2.8. Pupitru de comandă pentru instalațiile de cazane:

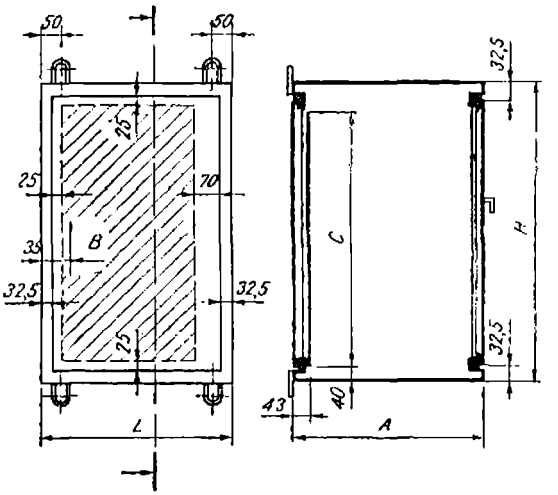


Fig. 2.9. Cutie tip C8:

L — lățimea cutiei: 600, 800 sau 1 000 mm; *H* — înălțimea cutiei: 500, 600 sau 700 mm; *A* — adîncimea cutiei: 300 sau 400 mm.

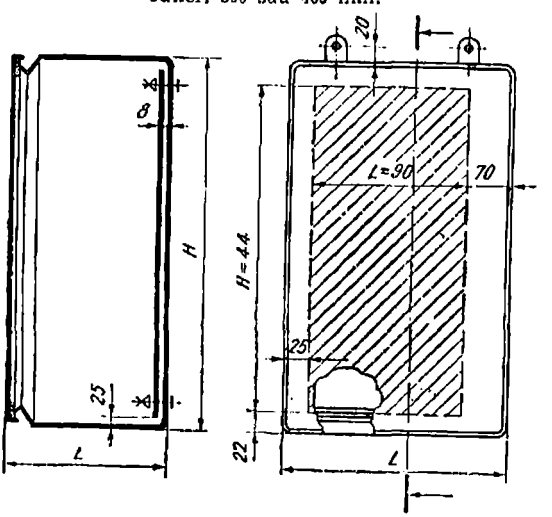


Fig. 2.10. Cutie tip C14:

L — lățimea cutiei: 300, 400 sau 500 mm; *H* — înălțimea cutiei: 400, 500 sau 600 mm; *A* — adîncimea cutiei: 100, 200 sau 300 mm.

interiorul lor a traductoarelor realizate de Întreprinderea de elemente pentru automatizări (I.E.A.). Pereții cofreților la interior — se căptușesc cu plăci de polistiren pentru amortizarea șocurilor și vibrațiilor.

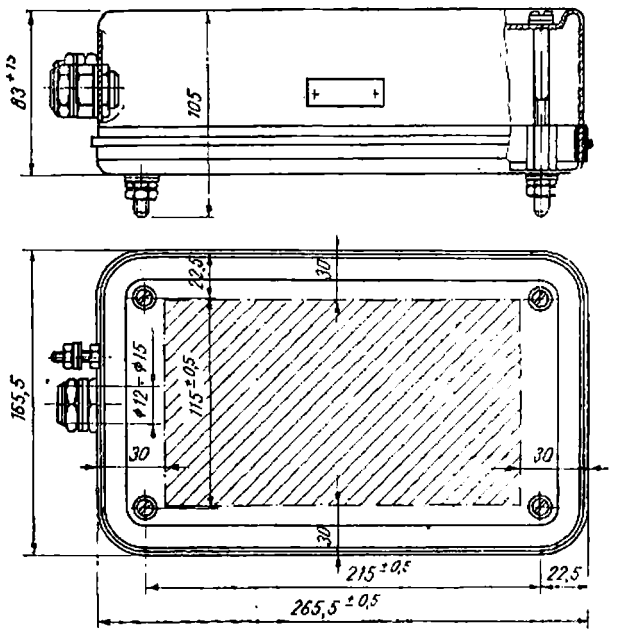


Fig. 2.11. Cutie de comandă.

2.3.2. *Elemente constructive*

Suporți. *Șasiul* sau *scheletul metalic* reprezintă structura pe care se montează aparatajul tabloului, prevăzut la exterior cu o carcasă de protecție. În situația în care carcasa de protecție lipsește, scheletul metalic poartă denumirea de *stelaj*.

Placa de aparate. Reprezintă un suport plan executat din tablă, destinat montării aparatelor. El poate fi

fixat în interiorul tabloului sau poate reprezenta un produs independent.

Cadrul cu aparate. Reprezintă structura plană, fixă sau mobilă, executată din profile, pe care se montează diferite aparate. Cadrele cu aparate se fixează în interiorul tablourilor sau pot reprezenta produse independente.

Elementele carcasei. *Carcasa* reprezintă partea tabloului destinată:

— împiedicării accesului accidental la părţile aflate sub tensiune sau în mişcare;

— protejării aparatelor din interior contra acţiunii nefavorabile a factorilor exteriori (corpuri străine solide, lichide).

Placa reprezintă partea exterioară a carcasei, cu suprafaţă mare în raport cu suprafaţa celorlalte părţi, ce separă interiorul tabloului de mediul exterior. În limbaj uzual, poartă şi denumirea de *perete* (lateral, faţă, spate).

Uşa este o placă rabatabilă sau — mai rar — glisantă.

Peretele despărţitor — separă compartimentele în interiorul tabloului.

Fereastra este piesa aplicată pe perete sau pe uşă, putînd fi ridicată pentru efectuarea unor operaţii de exploatare şi întreţinere.

Capacul reprezintă piesa aplicată pe una din feţe, fixată de regulă prin şuruburi. Se aplică de obicei la cutii şi la dulapuri (ca acoperiş la partea superioară).

Ecranul este elementul care asigură protecţia parţială împotriva contactului cu piese sub tensiune, arcului electric etc.

Dispozitivul pentru intrarea cablurilor reprezintă piesa prevăzută cu deschideri (decupări) destinate introducerii cablurilor.

Voletul reprezintă elementul ce se poate deplasa între poziţia în care acesta permite introducerea contactelor părţii debroşabile în contactele fixe şi poziţia în care acoperă contactele fixe, constituind o parte din peretele despărţitor.

2.4. Condiții de instalare

Locul de instalare. Tablourile pot fi instalate în spații interioare închise, ferite de acțiunea dăunătoare a factorilor din mediul ambiant sau în exterior, în aer liber — supuse deci acțiunii tuturor factorilor mediului ambiant.

Posibilități de răcire. În cazul *instalării libere* — tabloul transmite mediului ambiant căldura degajată în interior, prin toate fețele (afară de fața în contact cu solul) realizîndu-se o bună răcire a acestuia. În cazul instalării cu o parte din fețe blocate (ex. tablouri încastrate sau montate lîngă un perete) — căldura este transmisă mediului ambiant numai prin o parte din fețele tabloului, răcirea realizîndu-se în condiții mai dificile.

Accesul necesar exploatării poate fi realizat:

— numai prin fața de deservire (ușă, fereastră);

— prin mai multe fețe.

Gradul de mobilitate. Tablourile pot fi montate fix, semifix sau cu posibilitate de deplasare.

Instalare fixă — tabloul — fixat pe sol sau de un perete — este utilizat în permanență pe același amplasament.

Instalare semifixă — tabloul poate fi deplasat — fără a fi sub tensiune — prin montare pe sanie, patine sau pe un cadru cu roți.

Instalare mobilă — tabloul montat pe un agregat mobil — poate fi deplasat chiar dacă se află sub tensiune.

2.5. Condiții de folosire

Condiții obișnuite de folosire:

Temperatura ambiantă (tabelul 2.3).

Pentru aparatele cu limite ale temperaturii inferioare celor din tabelul 2.3, se iau măsuri constructive pentru a asigura funcționarea lor corectă.

Umiditate relativă:

— pentru tablouri în spații închise 50% la +40°C;

— pentru tablouri în aer liber 100% la +25°C.

Tabelul 2.3

Valorile temperaturilor

Intervalul	Tablou în spațiu închis	Tablou în aer liber
Valoarea maximă de scurtă durată	+40°C	+40°C
Valoarea maximă a mediei în 24 h	+35°C	+35°C
Valoarea maximă a mediei anuale	+20°C	+20°C
Temperatura cea mai scăzută:	— 5°C	
— climat temperat	—	—25°C
— climat arctic	—	—50°C

Pentru tablourile în spații închise se pot admite umidități mai ridicate la temperaturi mai coborîte. Oricum, trebuie luate în considerare condensările ce se pot produce la variații de temperatură.

Altitudinea maximă: 2 000 m.

Condiții specifice de folosire:

— protecția contra coroziunii;
— gradul minim de protecție;
— umiditatea atmosferică;
— condițiile de răcire, ventilație etc.

Condiții speciale de folosire:

— abateri de la valorile de temperatură, umiditate, altitudine corespunzătoare condițiilor obișnuite;

— condensații excepționale în interiorul tablourilor datorită variațiilor rapide de temperatură și presiune;

— poluarea importantă a mediului ambiant prin praf, vapori, săruri, emanații corosive sau radioactive etc.;

— prezența unor cîmpuri electromagnetice excesive;

— prezența unei radiații calorice excesive;

— acțiunea unor agenți biologici (ciuperci, mucegai, insecte etc.);

— medii cu pericol de incendiu sau explozie;

— existența unor șocuri sau vibrații importante.

Pentru fiecare din condiţiile speciale de folosire existente, trebuie respectate prescripţiile speciale corespunzătoare (norme, standarde) sau să se stabilească înţelegeri între constructorul tabloului şi beneficiar.

2.6. Construcţia tablourilor

2.6.1. *Caracteristici mecanice*

Pentru construcţia tablourilor se utilizează materiale rezistente la solicitări mecanice, electrice şi termice. Asigurarea protecţiei contra coroziunii se realizează cu ajutorul acoperirilor de protecţie (acoperiri galvanice, vopsire).

Construcţia metalică (scheletul metalic, pereţii, uşile, plăcile cu aparate etc.), trebuie să aibă o rezistenţă mecanică suficientă astfel încît să reziste la solicitările mecanice care pot apare în timpul unei exploatări normale.

Aparatele şi circuitele din tablouri se montează astfel încît să permită o exploatare şi întreţinere convenabilă, respectîndu-se totodată normele de electrosecuritate. Distanţele de conturare şi distanţele de izolaţie în aer trebuie să fie alese conform valorilor indicate în tabelul 5.5.

În ceea ce priveşte racordarea conductoarelor exterioare, trebuie să se ţină seama de următoarele condiţii principale:

— racordarea trebuie realizată prin dispozitive (cleme, borne filetate etc.) care să asigure permanent presiunea de contact corespunzătoare curentului nominal şi rezistenţa mecanică necesară la solicitările provocate de scurtcircuite;

— spaţiul destinat pentru intrarea conductoarelor exterioare trebuie să permită racordarea şi desfacerea lor corectă. Astfel pentru cabluri cu secţiuni peste 6 mm^2, racordarea şi desfacerea trebuie realizată fără a supune conductoarele cablurilor la îndoire; raza de curbură va fi de 6—10 ori diametrul conductorului;

— dispozitivele de intrare a conductoarelor exterioare trebuie să asigure gradul de protecţie cerut precum şi protecţia contra atingerilor.

De asemenea, trebuie avute în vedere:

— etanşarea la praf şi la apă;

— modul de racordare a învelişurilor cablurilor;

— interdicţia utilizării pieselor metalice accesibile la intrarea cablurilor în cutii capsulate din materiale izolante.

2.6.2. *Montarea aparatajului electric*

Montarea aparatajului electric în interiorul tablourilor trebuie să ţină seama de asigurarea următoarelor elemente principale:

— *Accesibilitatea,* care constă în asigurarea accesului pentru fixare, racordare, întreţinere, eventuale înlocuiri.

— *Influenţe mutuale* — montarea trebuie astfel realizată încît să nu fie compromisă buna funcţionare a aparatajului datorită influenţelor mutuale (căldură, arc electric, şocuri, vibraţii, cîmpuri electromagnetice, influenţa termică asupra siguranţelor fuzibile).

— *Ecranele* aparatelor cu comandă manuală trebuie să protejeze operatorul contra arcului electric ce apare la întrerupere.

— Respectarea condiţiilor obişnuite de folosire a tabloului (v. § 2.5) în alegerea aparatajului electric. Soluţiile care constituie abateri de la aceste condiţii, trebuie să facă obiectul unui acord între furnizor şi beneficiar.

2.6.3. *Legăturile electrice în interiorul tabloului*

Aceste legături nu trebuie să prezinte în timpul funcţionării normale — modificări nepermise datorită:

— încălzirii;

— îmbătrînirii izolaţiei;

— vibraţiilor;

— dilatărilor termice;

— tensiunilor electrochimice care variază de la un metal la altul;

— variaţia rezistenţei electrice cu temperatura.

Presiunea de contact nu trebuie să depindă de piesele izolante.

Alegea secţiunii minime a conductoarelor este determinată de:

— curentul nominal de serviciu;
— rezistenţa la scurtcircuit;
— încălzire;
— solicitările mecanice;
— modul de pozare;
— natura izolanţilor;
— natura elementelor racordate (ex. elemente electronice).

Conductoarele izolate se aleg în funcţie de tensiunea nominală de izolaţie a circuitului considerat. Între borne sau cleme, conductoarele nu trebuie să se prezinte suduri sau întreruperi. Conductoarele izolate nu trebuie să se reazeme pe muchii sau vîrfuri ascuţite, iar conductoarele fixate pe capace şi uşi trebuie pozate astfel încît să nu se deterioreze prin închiderea şi deschiderea repetată a capacelor şi uşilor.

Legătura între conductoare se face numai la borne sau cleme fixe.

Conductoarele formate din mai multe fire se protejează la punctele de legătură prin papuci, manşoane sau prin construcţia corespunzătoare a bornelor şi clemelor împotriva scăpării unuia sau mai multor fire. Este interzisă cositorirea capetelor conductoarelor flexibile sau foarte flexibile pentru a evita desprinderea firelor din cauza vibraţiilor. Tot din acest motiv nu este permisă nici sau cleme, conductoarele nu trebuie să prezinte suduri utilizarea conexiunilor prin papuci în cazul cînd în serviciu normal apar frecvent în tablou vibraţii.

2.6.4. *Compartimentarea interioară a tablourilor*

Această compartimentare se efectuează în vederea separării unităţilor funcţionale pentru a se asigura cel puţin una din următoarele protecţii:

— protecţia contra atingerilor accidentale a părţilor sub tensiune aparţinînd unităţilor vecine;

— limitarea efectelor arcului ce poate fi amorsat între conductoarele fazelor sau între conductoarele fazelor și masă;

— protecția contra căderii oricărui corp străin dintr-o unitate funcțională în altă unitate funcțională a tabloului.

2.6.5. *Încălzirea aparatelor și elementelor de circuit*

Limitele de încălzire se stabilesc în funcție de natura, caracteristicile și influențele mutuale ale elementelor situate în tablouri.

Aparate montate în tablou. Limitele de încălzire sînt conform prescripțiilor aparatelor respective, cu observația că încălzirea cea mai ridicată este admisă la borne, în măsura în care nu sînt prejudiciate conexiunile și aparatele la care se execută racordul.

Bornele de legătură ale conexiunilor exterioare izolate. Temperatura maximă admisă este de 70°C.

Se admite o temperatură mai ridicată dacă se racordează la borne conductoare neizolate sau izolate cu materiale ce prezintă o stabilitate termică mărită.

Bare și conductoare neizolate din cupru și aluminiu. Încălzirea este limitată de:

— rezistența mecanică a materialului;

— influența asupra aparatelor montate în apropiere;

— temperatura limită admisibilă a materialelor izolante în contacte;

— influența temperaturii conductorului asupra aparatelor racordate.

Organe de comandă normală:

— din metal

— temperatura maximă admisă: 15°C;

— din materiale izolante

— temperatura maximă admisă: 25°C.

Aceste valori se majorează cu 10°C pentru plăci și carcase care nu sînt atinse în timpul unei exploatări normale. De asemenea pentru organele de comandă ce devin accesibile numai după deschidere (ex. organe de sigu-

ranță pentru debroșare sau pentru manevre excepționale), se pot depăși valorile de mai sus.

Elementele exterioare ale carcaselor care pot fi atinse:

— suprafețe din materiale metalice 30°C;

— suprafețe din materiale izolante 40°C.

2.6.6. *Protecția persoanelor*

Protecția împotriva atingerilor directe.

Protecția totală împotriva atingerii cu ajutorul apărătoarelor (plăci, uși, pereți, capace etc.). Apărătoarele trebuie să aibă o fixare sigură, să prezinte o rezistență mecanică suficientă la solicitările normale ce pot apare, demontarea, deplasarea sau deschiderea lor să se poată face numai cu ajutorul unei chei sau altei scule. Părțile active accesibile atingerilor accidentale se scot de sub tensiune înainte de deschiderea apărătoarelor.

Protecția cu ajutorul izolației. Materiale izolante utilizate trebuie să-și mențină proprietățile dielectrice și mecanice la solicitările ce apar în funcționare. Lacurile, vopselele sau alte produse similare nu prezintă o izolație suficientă de protecție contra atingerilor directe.

Protecția cu ajutorul tensiunii reduse de siguranță. Această tensiune se obține prin:

— transformatoare coborîtoare;

— baterii de pile sau acumulatoare;

— alte surse de curent cu același grad de siguranță în sensul nedepășirii valorii tensiunii reduse de siguranță în caz de defect (grupuri electrogene, grupuri motor — generator cu înfășurări separate, diferite dispozitive electronice etc.).

Protecția parțială împotriva atingerilor cu ajutorul păstrării unor anumite distanțe. Distanța pe verticală între părțile active realizate și pămînt trebuie să fie minimum 2,5 m pentru a exclude atingerea sau punerea sub tensiune a altor elemente conductoare accesibile.

Protecția parțială împotriva atingerilor cu ajutorul apărătoarelor. Apărătoarele pot fi demontate fără a folosi cheia sau altă sculă, dar nu pot fi ridicate sau depărtate involuntar.

Protecția împotriva atingerilor indirecte. *Protecția cu ajutorul conductorului de protecție.* Această protecție nu este necesară la părțile tabloului care nu pot fi prinse cu mîna, au dimensiuni reduse, iar așezarea lor exclude orice contact cu părțile active.

Piesele metalice prevăzute a fi prinse cu mîna, se protejează prin una din următoarele metode:

— legarea electrică sigură și durabilă la părți racordate la conductorul de protecție;

— prevederea cu o izolație suplimentară prevăzută pentru valoarea cea mai ridicată a tensiunii de izolație a aparatului respectiv.

Stratul de vopsea sau email nu poate fi considerat ca strat izolant contra atingerilor indirecte.

Continuitatea circuitelor electrice de protecție se asigură prin contactul efectiv al părților inactive sau cu ajutorul conductoarelor de protecție.

Dacă ușile, capacele, plăcile sau elemente similare nu au montat pe ele nici un aparat sub tensiune, se consideră suficiente pentru asigurarea continuității electrice buloanele și închizătoarele normale (balamale, diferite sisteme de închidere etc.).

Protecția fără conductor de protecție. Se realizează prin:

— separarea de siguranță a circuitelor;

— folosirea tensiunii reduse de siguranță;

— izolarea părților inactive.

Circuitele secundare ale transformatoarelor de curent. Aceste circuite, utilizate în cadrul circuitelor de joasă tensiune ale tabloului, nu este necesar să fie legate la pămînt.

Anularea sarcinilor electrice. Dacă în tablou se află montate aparate care pot păstra sarcini electrice periculoase după deconectarea lor (ex. condensatoare) se iau măsuri de împiedicare a atingerii lor atîta timp cît descărcarea sarcinilor electrice nu este efectuată. Uneori sînt suficiente tăbliţele avertizoare.

Condensatoarele mici (ex. cele care servesc la temporizarea releelor) nu sînt considerate periculoase.

Coridoare de serviciu și de întreținere în interiorul tabloului. Aceste coridoare reprezintă de fapt încăperi

închise rezervate exclusiv personalului instruit de întreținere și exploatare. Ele trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să poată fi închise cu cheie;

— să nu poată fi deschise decît de personalul instruit de deservire;

— accesul să nu fie permis decît personalului calificat;

— să fie marcate în mod clar cu tăblițe avertizoare.

Observație. Problemele de protecție legate în special de realizarea construcției metalice, sînt cuprinse în paragraful 3.1.1.

2.6.7. *Protecția climatică*

Notarea tipurilor de protecție climatică se face folosind inițialele cuvintelor latine și anume:

T — *Tropicus* — tropical; A — *Aridus* — uscat; H — *Humidus* — umed; F — *Frigidus* — frig.

Tipurile de protecție climatică sînt următoarele:

TF — protecția contra acțiunii factorilor climatici din climatul cald-umed, cald-uscat și din climatul rece;
THA — protecția contra acțiunii factorilor climatici din climatul cald-umed și cald-uscat;
TH — protecția contra acțiunii factorilor climatici din climatul cald-umed;
TA — protecția contra acțiunii factorilor climatici din climatul cald-uscat;
F — protecția contra acțiunii factorilor climatici din climatul rece.

Stabilirea tipului de protecție climatică pentru un tablou destinat să funcționeze în alt climat decît cel temperat se face ținînd seama de prevederile STAS 6535-62 (Împărțirea climatică a pămîntului în scopuri tehnice).

Acțiunea complexă a factorilor climatici pe durata preconizată de viață a tabloului nu trebuie să influențeze nefavorabil aspectul, proprietățile materialelor și funcționarea.

Valorile standard ale solicitărilor factorilor climatici pentru tipurile de protecție menționate mai sus sînt indicate în tabelul 2.4.

Tabelul 2.4

Valorile standard ale diferitelor solicitări climatice

Factorul climatic	Tipul de protecție climatică				
	TF	THA	TH	TA	F
Temperatura aerului, °C:					
— valoarea maximă	+55	+55	+45	+55	+35
— valoarea minimă	−55	−10	+ 3	−10	−55
— valoarea medie	+27	+27	+27	+27	+20
Variația temperaturii aerului în 8 h, grade	40	40	10	40	40
Temperatura maximă pe suprafața corpului negru-mat, la acțiunea radiațiilor solare directe asupra acestuia, °C	+90	+90	+80	+90	+80
Densitatea maximă a radiației globale, cal/cm²·min	1,6	1,6	1,4	1,6	1,4
Temperatura apei de răcire, °C	+40	+40	+40	+40	—
Temperatura solului la 1 m adîncime, °C:					
— valoarea maximă	+30	+30	+30	+30	+15
— valoarea minimă	− 5	− 5	− 5	− 5	− 5
Umiditate relativă a aerului la temperatura respectivă, %/°C:					
— valoarea maximă	80/35	80/35	80/35	80/20	80/20
— valoarea minimă	10/40	10/40	25/40	10/40	15/30
Presiunea vaporilor de apă la temperatura respectivă, torr/°C:					
— valoarea maximă	35/40	35/35	35/35	14/20	14/20
— valoarea minimă	5/40	5/40	14/40	5/40	5/30
Rouă	P	P	P	D	A
Aer cu conținut de sare	D	D	D	D	A
Praf de nisip	P	P	A	P	A
Brumă, îngheț, chiciură	P	—	—	—	P
Microorganisme, bacterii	P	P	P	A	—
Insecte (termite), animale mici (rozătoare)	P	P	P	D	—

Legendă: P — solicitare permanentă; D — solicitare discontinuă (din timp în timp și numai în anumite locuri); A — solicitare accidentală, se ia în considerare numai la cerere.

Solicitări suplimentare se pot datora:
— acțiunii apei;
— particulelor în suspensie în gaze;
— altor agenți chimici;
— solicitărilor mecanice;
— presiunii scăzute a aerului;
— ozonului etc.

Din motive tehnico-economice, corespunzător condițiilor concrete la folosire, la aplicarea valorilor de mai sus pentru fiecare tip de protecție climatică, se au în vedere următoarele trei categorii de exploatare:

— categoria I, pentru tablouri care funcționează în aer liber;

— categoria a II-a, pentru tablouri care funcționează în spații exterioare acoperite, nesupuse acțiunii radiațiilor solare directe și nici precipitațiilor atmosferice;

— categoria a III-a, pentru tablouri care funcționează în spații închise protejate de: variațiile bruște de temperatură ale mediului exterior, acțiunea radiațiilor solare directe, precipitațiile atmosferice, acțiunea nisipului.

Condițiile expuse privind protecția climatică reprezintă indicații pentru proiectarea și execuția tablourilor, neconstituind valori pentru încercări.

Exemplu de notare a tipului de protecție climatică:

TH III — protecție climatică, împotriva acțiunii factorilor caracteristici climatului tropical umed, categoria a III-a de exploatare.

3. Tehnologia de execuţie a panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare

Execuţia prefabricatelor electrice de joasă tensiune se face în conformitate cu prevederile proiectului de execuţie şi caietului de sarcini, prescripţiile STAS R 9321-73 (sau pentru echipamentele electrice ale maşinilor-unelte STAS 8138/1-76) şi indicaţiile normelor tehnologice de execuţie şi control.

La construcţia acestora se utilizează numai materiale rezistente la solicitări mecanice şi termice. Ele trebuie să fie astfel executate, încît să realizeze gradul de protecţie împotriva atingerilor, pătrunderii corpurilor străine solide şi lichidelor, prevăzut în documentaţia tehnică şi să respecte distanţele minime de conturnare, separare şi izolaţie în aer.

3.1. Construcţia metalică

3.1.1. *Indicaţii tehnologice de execuţie*

Materialele utilizate de regulă pentru executarea construcţiilor metalice a panourilor sau tablourilor electrice sînt: laminate (tablă decapată; profile; platbande) sau profile laminate la rece (executate de I. M. Iaşi).

În principiu, procesul tehnologic de execuție a construcțiilor metalice comportă următoarele operații principale:

— *Debitarea* la lungime a profilelor și platbandelor, debitarea plăcilor din tablă pentru uși, capace, pereți etc., conform planurilor de croire.

— *Pregătirea capetelor profilelor și platbandelor* precum și a colțurilor plăcilor în vederea executării operațiilor de îndoire și sudare.

Această pregătire se obține de regulă prin tăierea (ștanțarea) capetelor, profilelor, la 45° și prin decuparea (ștanțarea) colțurilor plăcilor. Laturile care urmează a fi îmbinate prin sudare trebuie prelucrate corespunzător formei și dimensiunilor rostului prevăzut în documentație.

— *Îndoirea plăcilor și platbandelor*. De regulă, razele de îndoire nu depășesc 1,5 *s* (*s* fiind grosimea tablei sau platbandei).

Uneori, pentru a asigura cadrelor de susținere — formate din profile L — mai multă rigiditate, se execută la cotele corespunzătoare tăierea la 45° pe o latură, iar pe cealaltă latură se execută îndoirile astfel încît să rezulte cadrul dreptunghiului dintr-o singură bară dreaptă. Se sudează apoi la fiecare colț capetele tăiate inițial la 45°.

— *Executarea găurilor „mecano" pe stîlpi și traverse.*

Practicarea sistemului de găuri „mecano" permite o amplasare mai ușoară a plăcilor și cadrelor cu aparate în interiorul tablourilor, avînd în vedere și faptul că, prin tipizare, construcția metalică este — între anumite limite — independentă de aparatajul utilizat și de modul lui de amplasare.

— *Sudarea profilelor, plăcilor, precum și a celorlalte piese metalice prevăzute a fi fixate prin sudură pe cadru, ușă sau pereți* (balamale, suporți etc.).

Pentru tablouri în execuție THA, TH, trebuie respectate regulile de realizare a cordoanelor de sudură (sudurl continui, grunduirea prealabilă cu grund special a zonelor de îmbinare, eliminarea completă din zonele de îmbinare a urmelor de acid rămas de la decapare).

— *Polizarea și ajustarea sudurilor.*

În legătură cu această operație, este necesar să facem observația că sudurile executate la tablourile electrice nu sînt — de regulă — suduri de rezistență, ele nesuportînd decît solicitarea statică reprezentată de greutatea proprie a tabloului. Pe de altă parte, sudurile exterioare trebuie să albă un aspect estetic în concordanță cu aspectul de ansamblu al tabloului. Din această cauză curățarea sudurilor nu se limitează la îndepărtarea stratului de zgură format la exteriorul cordonului de sudură, executîndu-se în plus și polizări. Este recomandabil să se folosească pietre de polizor cu granulație fină pentru că — atacînd integritatea cordonului de sudură în vederea realizării colțurilor drepte ale cadrelor, ușilor și pereților — se produce o rețea de fisuri (vizibile cu lupa) mai mult sau mai puțin adînci, fapt care slăbește capacitatea de rezistență a sudurilor. În situația în care nici forma și dimensiunile rostului, nu au fost respectate, se poate ajunge la îndepărtarea aproape completă a materialului de adaos, fapt care poate duce la dezmembrări ale tabloului datorită șocurilor din timpul transportului sau vibrațiilor existente la locul de utilizare.

— *Redresarea după sudură.*

Probleme mai dificile le pune uneori redresarea ușilor, capacelor și pereților cu suprafață mare, realizați de obicei din TD $\neq 2$ mm, deoarece, în mod relativ frecvent aceste elemente prezintă abateri de la planietate care se încadrează în toleranța fabricantului tablei (CSG) dar depășesc toleranța prevăzută în documentația de execuție a construcției metalice. Îndreptarea tablei la rece (prin aplicarea de lovituri cu ciocanul) sau prin aplicarea de puncte calde, prezintă dezavantajul că urmele loviturilor și punctelor calde sînt în general vizibile după vopsire, avînd în vedere chituirea foarte redusă în cadrul sistemelor moderne de vopsire, fapt care generează aspectul estetic final necorespunzător.

Înlăturarea acestui inconvenient se realizează prin asigurarea planietății corespunzătoare cu ajutorul unor nervuri realizate prin presarea suprafeței tablei sau mult mai simplu și mai eficient, prin executarea separată a unor nervuri sub formă de traverse rectilinii fixate — orizontal, vertical sau în diagonală — pe partea interioară a tablei cu ajutorul șuruburilor cu cap zenc.

— *Executarea* — de obicei prin ștanțare — *a decupărilor în plăci pentru montarea aparatelor și a dispozitivului de închidere.*

— *Debavurarea și ajustarea tuturor muchiilor ascuțite pentru a evita rănirea personalului care lucrează la montaj.*

Asamblarea demontabilă prin şuruburi a elementelor componente ale tabloului se asigură contra deşurubării cu ajutorul şaibelor grower.

Efortul de strîngere este cel corespunzător aplatisării şaibei grower plus 1/4 dintr-o rotaţie a piuliţei. De obicei se dispun şaibe plate pe ambele părţi pentru a proteja stratul de vopsea contra deteriorării provocate de înfigerea în material a ciocurilor şaibei grower. De remarcat că introducerea şaibei plate între piesa de bază şi şaiba grower micşorează întrucîtva eficienţa acestei soluţii constructive, întrucît la vibraţii sau şocuri repetate în timpul transportului se poate produce o rotire în bloc a întregului ansamblu (şurub sau piuliţă, şaibă grower, şaibă plată) faţă de piesa de bază.

Pentru forme constructive închise (ex. cutii, dulapuri asamblate etc.), se prevede executarea unor găuri tehnologice ∅ 8 mm pentru scurgerea substanţelor din băile de pregătire a suprafeţelor. Dacă aceste găuri afectează gradul de protecţie, se iau măsurile de obturare după vopsire.

La montarea tablourilor electrice, se verifică în prealabil cu nivela *orizontalitatea suprafeţei de aşezare.*

În cazul preasamblărilor (montarea tablourilor la producător), se recomandă montarea pe profile rectilinii suficient de rigide care elimină abaterile de la orizontalitate ale suprafeţei de reazem.

Există construcţii metalice — ex. cele concepute de I.P.I.P. Ploieşti — prevăzute la partea inferioară cu şuruburi de reglaj ce permit asigurarea poziţiei orizontale a tabloului şi în situaţia în care suprafaţa de aşezare nu este perfect orizontală. La construcţiile metalice obişnuite, acest defect se corectează prin introducerea unor adaosuri la partea inferioară — între tablou şi suprafaţa de aşezare (în locurile ce reclamă acest lucru).

În ceea ce priveşte asigurarea protecţiei construcţiei metalice contra tensiunilor de atingere, în concordanţă cu cele arătate la § 2.6.6., se fac următoarele precizări:

a. Dulapurile, pupitrele, cutiile etc. se prevăd cu bornă exterioară (cutiile se prevăd şi cu bornă interioară) de protecţie pentru racordarea conductoarelor de protecţie. În dreptul bornei, suprafaţa vopsită se curăţă pînă la obţinerea luciului metalic cu freză de mînă, şabăr, şmirghel etc., apoi suprafaţa prelucrată se unge cu vaselină neutră, asamblarea făcîndu-se peste stratul de vaselină.

b. Legarea de protecție a părților inactive fără conductor de protecție se realizează prin:

— sudare;

— șuruburi asigurate contra deșurubării.

În acest caz, suprafețele prin care se asigură continuitatea galvanică se curăță de vopsea pînă la obținerea luciului metalic, apoi se unge cu vaselină neutră, asamblarea făcîndu-se peste stratul de vaselină;

— șaibe elastice cu dinți care străbat eventualele straturi izolante (vopsea, oxizi etc.).

Legăturile de protecție trebuie astfel realizate încît îndepărtarea unor elemente constructive nu trebuie să afecteze continuitatea galvanică a legăturilor de protecție ale elementelor rămase.

3.1.2. *Accesorii*

Balamale. În principal, se folosesc balamale sudate pe cadrul metalic sau balamale aplicate.

Garnituri. Garniturile — folosite pentru a contribui la obținerea unor grade de protecție ridicate — se execută de regulă din bandă de cauciuc obținută prin extrudare — cu profil dreptunghiular 16×8 sau 20×8.

Pentru tablourile ce funcționează în medii TH, TA, THA, se utilizează cauciuc avînd denumirea comercială și denumirea amestecului conform normelor de climatizare I.C.P.E. (grupa de norme 76). De menționat că aceste cauciucuri se depozitează în încăperi întunecoase cu temperaturi cuprinse între 0 și 20°C, la o distanță de cel puțin 1 m de orice sursă de căldură.

În cazul tablourilor prevăzute cu uși cu geamuri, se folosesc garnituri extrudate din cauciuc pentru a asigura etanșarea spațiului interior, conform STAS 3230-74.

Dispozitive de închidere. *Bila mîner* este utilizată de obicei la ușile pe care sînt montate broaște Yalle (fig. 3.1). *Zăvorul cu bilă* este acționat cu o cheie plată (fig. 3.2).

Zăvorul cu cheie (fig. 3.3) este acționat cu ajutorul cheii pătrate (fig. 3.4). Este asemănător cu zăvorul cu mîner.

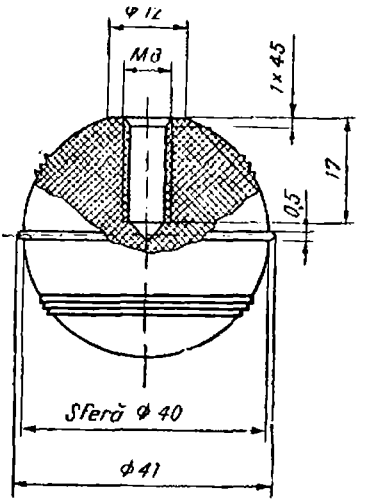


Fig. 3.1. Bilă mîner NF 46.

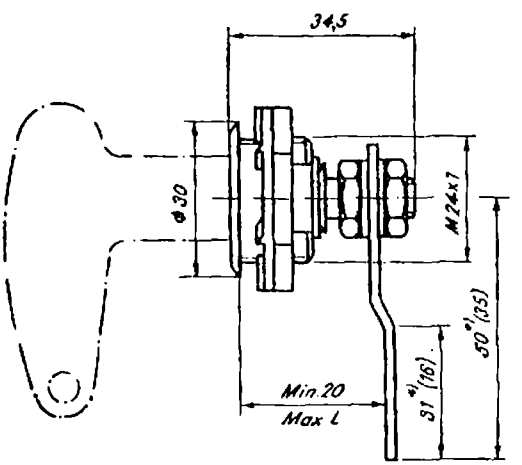


Fig. 3.2. Zăvor cu bilă.

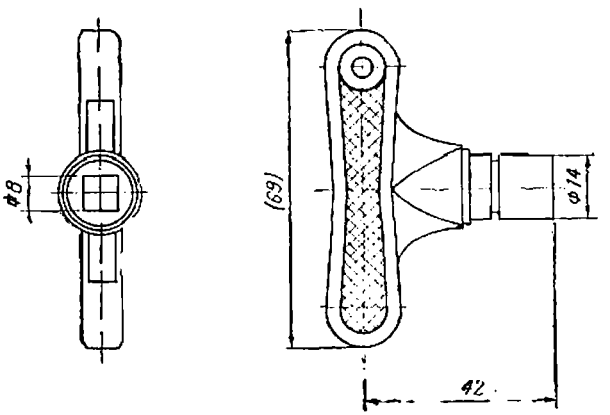


Fig. 3.3. Zăvor cu cheie.

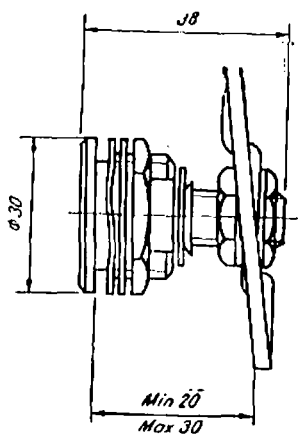


Fig. 3.4. Cheie pătrată.

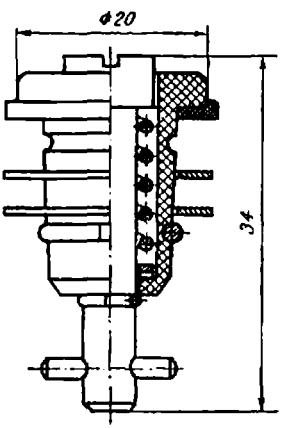


Fig. 3.5. Închizător cu arc.

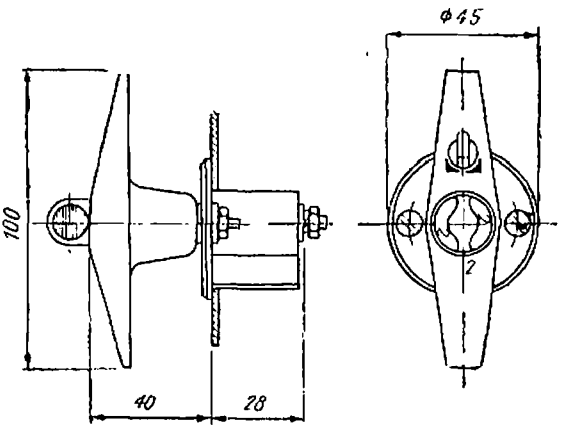


Fig. 3.7. Mînerul cu cheie de siguranță.

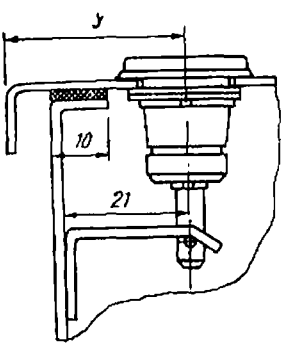


Fig. 3.6. Brida închizătorului cu arc.

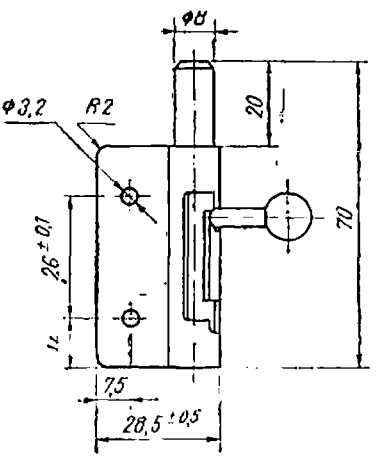


Fig. 3.8. Zăvorașul.

Închizătorul cu arc (fig. 3.5) se utilizează împreună cu brida reprezentată în fig. 3.6.

Mînerul cu cheie de siguranță (fig. 3.7) poate acționa o placă de acționare sau o piesă de acționare.

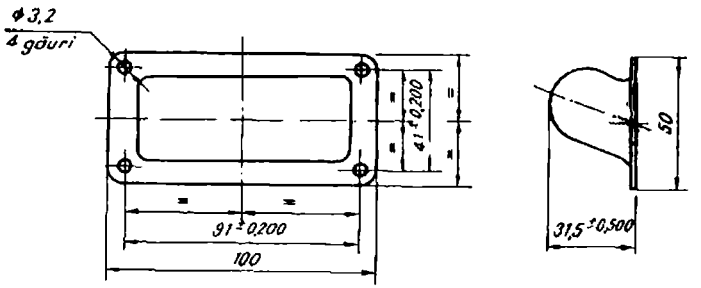


Fig. 3.9. Mînerul ascuns.

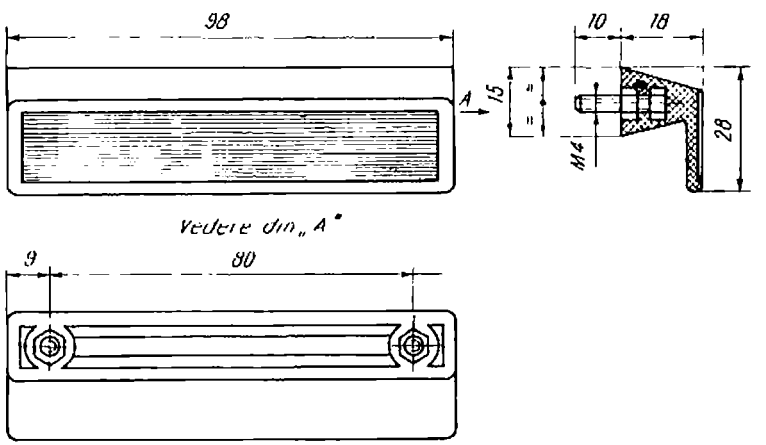


Fig. 3.10. Mîner.

Zăvorașul (fig. 3.8) se utilizează de regulă la dulapurile cu ușă dublă.

Mecanismul de închidere este folosit la dulapurile de automatizare cu ușă stînga sau dreapta.

Minerul ascuns (fig. 3.10) este folosit pentru acționarea (ridicarea sau coborîrea) capacelor pupitrelor de comandă care se închid prin greutatea proprie.

La cutii sau la sertare debroșabile se utilizează mînerul din fig. 3.10.

Dispozitive de ridicare. Pentru asigurarea posibilităților de manipulare și de transport, tablourile se secționează în unități de transport, manevrele efectuîndu-se pe aceste unități compuse din maximum cinci elemente grupate (panouri, dulapuri, pupitre etc.).

Pentru manevrarea cu ajutorul mașinilor de ridicat (macarale, poduri rulante) fiecare unitate de transport este prevăzută cu dispozitive de ridicare, excepție făcînd uni-

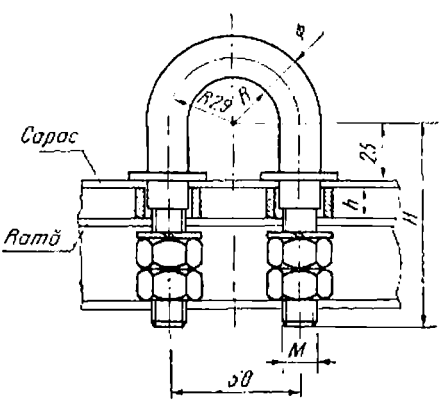


Fig. 3.11. Inel de ridicare.

tățile cu greutăți sub 100 kg în situația în care dispozitivele de ridicare afectează aspectul sau funcționalitatea.

Dispozitivele de ridicare uzuale sînt reprezentate de *inelele de ridicare* (fig. 3.11). La montarea inelelor de ridi-

care se prevăd de la caz la caz, întăriturl pe ramele respective.

În fig. 3.12 sînt prezentate modalităţile de dispunere a inelelor de ridicare în funcţie de numărul elementelor ce compun unitatea de transport.

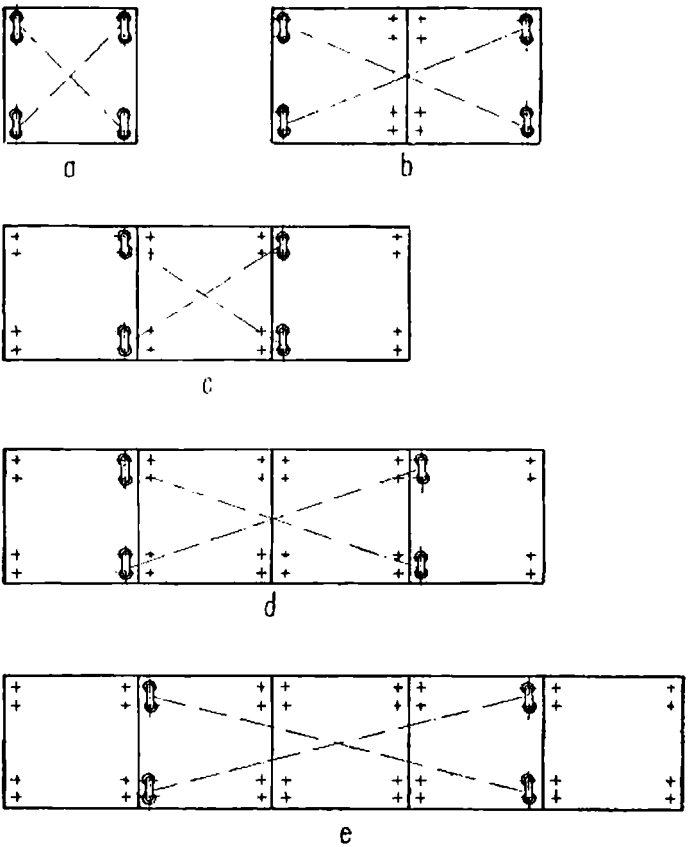


Fig. 3.12. Dispunerea inelelor de ridicare:
a — un panou; *b* — două panouri; *c* — trei panouri; *d* — patru panouri; *e* — cinci panouri.

3.2. Acoperiri de protecție

Acoperirile de protecție au drept scop protejarea contra coroziunii a suprafețelor pieselor metalice ce intră în componența tablourilor, clasificîndu-se astfel:

— acoperiri prin vopsire — pentru piese cu suprafață relativ mare (peste 0,05 m^2);

— acoperiri galvanice — pentru piese cu suprafață mică (sub 0,05 m^2);

— acoperiri cu materiale de ungere — pentru piese a căror configurație nu permite vopsirea sau acoperirea galvanică (de exemplu interiorul balamalelor sudate).

Acoperirile galvanice și prin vopsire asigură totodată și un aspect estetic corespunzător al suprafețelor respective.

Acoperiri prin vopsire. Utilizarea materialelor de vopsire pe bază de rășini alchido-melaminice cu uscare la cuptor (temperatura maximă de exploatare 100°C) asigură exploatarea tablourilor în următoarele condiții climatice:

— TH I, THIII, TAI, TAIII, THAI, THAIII;

— NI, NIII (climat temperat);

— MI, MIII (atmosferă marină — oceanică, ceață salină).

Semnificația celorlalte simboluri corespunde cu indicațiile date în § 2.6.7.

La exterior, suprafețele vopsite trebuie să fie netede, de aceeași culoare și nuanță, cu aspect omogen sau cu desen. Se admit mici defecte izolate, greu de observat cu ochiul liber, ca: fire de praf, rizuri provenite din vopsire.

La interior, de asemenea suprafața vopsită trebuie să fie netedă, de aceeași culoare și nuanță, cu aspect omogen sau cu desen. Se admit fire de praf, urme de netezire, rizuri, asperități și alte defecte vizibile cu ochiul liber, datorate stării suprafeței înainte de vopsire.

Pelicula de vopsea trebuie să fie continuă, urmărind configurația suprafeței metalice.

Procesul tehnologic de vopsire cuprinde două etape principale:

— pregătirea suprafețelor metalice;

— vopsirea propriu-zisă;

— retușarea suprafețelor vopsite.

Pregătirea suprafeţelor metalice constă în curăţarea lor de oxizi, ţunder, grăsimi, murdărie etc. Pregătirea executată incomplet determină o aderenţă slabă a stratului de acoperire, trecînd la desprinderea lui rapidă de suport (suprafaţa metalică) în exploatare.

Trebuie menţionat faptul că, în cazul în care suprafaţa metalică se află într-o stare mai avansată de coroziune, oricît de atent şi de minuţios se execută decaparea, îndepărtarea completă a oxizilor de pe fundul craterelor formate în timpul procesului de corodare este incertă, acestea constituind surse de reluare a procesului de oxidare după vopsire, ducînd rapid la exfolieri locale ale stratului de vopsea.

Pregătirea suprafeţelor metalice comportă două faze:

— pregătirea propriu-zisă (degresare-decapare sau degresare cu solvent organic);

— pretratarea, care constă în executarea uneia din următoarele operaţii: fosfatare (pentru tablă şi profile laminate de oţel), eloxare (aluminiu şi aliajele sale) sau grunduire cu grund reactiv (Cu şi Alamă).

Vopsirea propriu-zisă comportă următoarele operaţii principale:

— grunduire;

— uscarea stratului de grund;

— şlefuirea stratului de grund;

— chituire — se aplică local numai în cazuri de absolută necesitate, în strat de grosime maximă 0,5 mm. În caz contrar, afectează aderenţa stratului de vopsea la suport;

— uscarea chitului;

— şlefuirea zonelor chituite;

— aplicarea unui strat de vopsea intermediară;

— uscarea peliculei de vopsea intermediară;

— şlefuirea peliculei de vopsea intermediară;

— vopsirea cu email strat 1;

— uscarea stratului de email 1;

— şlefuirea stratului de email 1;

— vopsirea cu email strat 2 (numai pentru tablouri în execuţie TH);

— uscarea stratului de email 2.

Grosimea totală a stratului de acoperire este de 85—120 μm pentru execuţie normală şi 105—150 μm pentru execuţie TH.

Retuşarea suprafeţelor vopsite comportă următoarele operaţii:

— şlefuirea pînă la metal a zonei cu pelicula de vopsea deteriorată;

— degresarea cu solvent a suprafeţei şlefuite;

— aplicarea prin pensulare a unui strat de grund cu uscare la aer în 24 h;

— şlefuirea grundului;

— chituire (dacă este cazul — pentru asigurarea planeităţii suprafeţei) cu chit cu uscare la aer în 24 h;

— aplicarea cu pistolul a unui strat de email cu uscare la aer în 24 h pe toată suprafaţa piesei ce se retuşează.

Este permisă aplicarea prin pensulare a emailului de retuş numai pe suprafeţe punctiforme la care aspectul estetic nu interesează.

Observaţii generale:

— Înainte de utilizare, materialele de vopsire se omogenizează în ambalajul original pînă la dispariţia oricărei depuneri. Se îndepărtează cu o baghetă curată eventualele coji formate la suprafaţa materialului. Temperatura de aplicare a materialelor de vopsire este de minimum 15°C, iar umiditatea relativă 65%.

— Înainte de aplicare, materialele de vopsire se filtrează de eventualele impurităţii prin site metalice sau printr-o ţesătură din fire de relon.

— Uscarea la cuptor a fiecărui strat (grund, chit, email) se face după 10—15 min de la aplicare, acest interval reprezentînd timpul de zvîntare necesare pentru evaporarea treptată a solventului.

— Şlefuirea peliculelor (grund, chit, email) se execută în scopul: înlăturării defectelor de aplicare a stratului respectiv; uniformizării straturilor intermediare; îmbunătăţirii aderenţei stratului următor.

Materiale abrazive utilizate sînt pînza abrazivă pentru straturile de grund şi de chit sau hîrtie abrazivă pentru stratul de email.

— Sistemul de vopsire cu materiale alchido-melaminice cunoaşte şi varianta cu efect imitaţie lac lovituri de ciocan (LLC) care însă se poate aplica numai pentru categoria a III-a de exploatare în condiţiile climatice N, M, TH, TA, THA.

Acoperiri galvanice. Metalele de acoperire folosite în mod frecvent pentru asigurarea protecției anticorozive și aspectului estetic decorativ sînt următoarele:

— *Cadmiul* — are o rezistență mare la coroziunea atmosferică. Este aplicat mai ales pe produse exploatate în climat TH sau în atmosferă marină. Rezistența cadmiului se mărește prin pasivare.

— *Nichelul* — este rezistent la coroziunea atmosferică numai dacă se aplică în straturi groase și compacte (neporoase). Cromul aplicat peste Nichel mărește duritatea și îmbunătățește aspectul.

— *Cromul* — rezistență excelentă la agenții atmosferici, la temperaturi înalte, la acțiunea H_2S și SO_2. Este dur, rezistent la frecare și la abraziune.

— *Cuprul* — este folosit ca strat intermediar între oțel și sistemul nichel-crom. Se lustruiește ușor și mărește aderența nichelului. Aplicarea cromului peste nichel îl apără de atacul eventualilor produși de coroziune ai cuprului, apăruți la o etanșare insuficientă a porilor.

— *Argintul* — are caracteristici electrice speciale fiind din acest motiv folosit la protejarea căilor de curent. Este atacat de sulfuri.

Pentru obținerea unei protecții optime, trebuie să se țină seama de:

— tipul de protecție climatică cerută tabloului;

— condițiile de exploatare ale tabloului: ușoare, normale, grele, foarte grele.

Cele mai frecvente acoperiri sînt cele cu zinc și cadmiu (STAS 7222-74), nichel — crom (STAS 6705-71).

În standardele și normele specifice fiecărui metal de acoperire în parte, se stabilesc, în funcție de solicitările climatice și de condițiile de exploatare, grosimile minime în μm ale straturilor de acoperire.

Pentru acoperirea suprafețelor filetate, grosimile minime sînt micșorate față de cele prevăzute pentru suprafețe lise asigurînd astfel posibilitatea asamblării elementelor filetate după acoperirea galvanică, avînd în vedere că depunerea este mai accentuată pe flancurile filetului.

La alegerea metalului de acoperire trebuie luată în considerare și condiția ca potențialul său electrochimic să fie cît mai apropiat de cel al metalului de bază (maximum de 0,5 V diferență) pentru evitarea coroziunii de contact.

În cadrul procesului tehnologic de acoperire galvanică, acoperirea propriu-zisă este precedată de operații de pregătire a suprafeței de bază:

— *Degresarea cu dizolvanți,* aplicată pentru îndepărtarea materiilor grase de pe suprafețele metalice (ineficace pentru eliminarea amprentelor digitale). Materialele utilizate sînt inflamabile.

— *Degresarea alcalină (chimică)* — îndepărtează materiile grase saponificabile de pe suprafața metalică, utilizînd materiale neinflamabile.

— *Degresarea electrolitică* — îndepărtează în timp scurt de pe suprafața metalică materiile groase saponificabile și nesaponificabile, conducînd la obținerea de suprafețe ce se pretează la acoperiri galvanice lucioase. Piesele supuse degresării catodice se fragilizează datorită difuziei hidrogenului în oțel.

— *Decaparea în acid clorhidric a materialelor feroase* se execută pentru îndepărtarea straturilor de oxizi în vederea obținerii unor suprafețe curate care asigură o aderență bună a acoperirilor galvanice.

— *Decaparea cuprului și aliajelor sale* se execută în același scop ca și decaparea materialelor feroase, folosind însă acid sulfuric tehnic, acid clorhidric tehnic, acid azotic tehnic.

Acoperiri cu materiale de ungere. Pentru piesele tablourilor exploatate în climat temperat, se utilizează unsoarea U.100 AR reînoită trimestrial atît în cazul depozitării tabloului cît și în exploatare. Piesele tablourilor în execuție TH se protejează cu produse de conservare fluidă prescrise de grupul de norme 48 elaborate de ICPE (Norme de climatizare și protecții climatice).

3.3. Scheme sinoptice

3.3.1. *Clasificare*

După procedeul tehnologic de execuție, schemele sinoptice se clasifică în:

— scheme sinoptice în relief prin elemente aplicate (linii de flux și elemente de schemă);

— scheme sinoptice realizate prin grafică;

— scheme sinoptice prin aplicarea de vopsea pe fața tabloului.

3.3.2. *Indicații tehnologice de execuție*

Scheme sinoptice în relief. Se compun din repere liniare (linii de flux) și din elemente de schemă. Liniile de flux se execută din profile cu secțiune dreptunghiulară confecționate din tablă HD STAS 428-74/Al 99,5 STAS 7607-72, iar elementele de schemă se execută din polimetacrilat de metil (plexiglas) ≠ 4 mm, calitatea I, colorat mat sau incolor și din tablă HD STAS 428-74/Al 99,5; STAS 7607-72.

Elementele de schemă se clasifică în:

— elemente pentru scheme de centrale electrice;
— elemente pentru scheme tehnologice;
— elemente netipizate.

Culorile elementelor pentru scheme tehnologice se stabilesc de proiectant conform codului de culori NT 157-69. Culorile elementelor pentru scheme de centrale electrice sînt indicate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1

Culorile elementelor schemelor de centrale electrice

Valorile tensiunilor	Culoare
400 kV	albastru deschis
220 kV	alb
110 kV	galben
35 (30) kV	roșu
20 (25) kV	maron deschis
15 kV	violet
6 kV	verde
0,4 kV — 380/220 V c.a.	maron închis
curent continuu,	albastru închis
pămînt	negru

Scheme sinoptice realizate prin grafică. Se execută pe plăci de plexiglas cu grosimea de 6 sau 4 mm, prin desenarea liniilor de flux și a elementelor de schemă.

După sistemul de montare schemele se clasifică în:

— scheme cu montarea directă pe fața dulapului (G1);
— scheme cu montarea pe contrapanou (G2).

După lungimea L a schemei se clasifică în:

— G1-1, G2-1 — pentru $L<700$ mm;

— G1-2, G2-2 — pentru $L>700$ mm.

Procesul tehnologic comportă următoarele operații:

— debitarea plăcilor;

— degresarea plăcilor — prin ștergere cu pînză sau lavete ce nu lasă scame, îmbibate în solvent (spirt industrial);

— centrarea plăcii pe desenul tehnologic;

— trasarea contururilor liniilor de flux, a elementelor de schemă și vizorilor — cu tempera de culoare albă, prin copiere după desenul tehnologic;

— vopsirea incintelor contururilor cu nitroemail, în culorile indicate în desenul de execuție;

— protejarea suprafețelor nevopsite prin acoperirea lor cu celofan, lipit cu vaselină tehnică industrială;

— vopsirea fondului — prin pulverizare, aplicînd trei straturi de nitroemail;

— stabilirea corespondenței dintre schema sinoptică și construcția metalică;

— mătuirea vizorilor prin aplicarea unei pelicule de lac de protecție prin pulverizare;

— lustruirea feței schemei sinoptice cu șaibă de pînză și pastă de șlefuit (oxid de crom).

Desenul tehnologic este desenul schemei sinoptice văzut în oglindă. După el se trasează pe placă contururile liniilor de flux și ale elementelor schemei.

Scheme sinoptice prin aplicarea de vopsea pe fața tabloului. Procesul tehnologic reclamă următoarea succesiune a operațiilor:

— pregătirea (omogenizarea) vopselei; tempera 95% și gelatină 5%;

— confecționarea șabloanelor în funcție de curbele și unghiurile schemei;

— delimitarea prin trasare a zonelor ce nu fac parte din schema sinoptică;

— degresarea suprafeței destinate aplicării schemei sinoptice;

— vopsirea cu email nitrocelulozic prin stropire cu pistolul;

— inscripționat elementele de schemă și etichetele cu vopsea.

3.4. Tehnologia de execuție a instalațiilor electrice aferente tablourilor de distribuție și panourilor de automatizare

Aparatele se montează în conformitate cu documentația tehnică de execuție și cu instrucțiunile date de producători, privind poziția lor de funcționare. Ele trebuie astfel dispuse, încît să permită accesul pentru fixare, pentru racordare, pentru întreținere, cît și pentru eventuale înlocuiri. Aparatele pot fi montate pe elemente metalice ca de exemplu: plăci, contrapanouri, traverse, rame, uși, sau suporți din materiale izolante, fiind însă asigurate prin elementele de fixare împotriva desfacerii.

Înălțimea de montare a aparatelor trebuie să fie astfel aleasă, încît amplasamentul lor să fie ușor accesibil în poziția normală a personalului de deservire.

Legăturile electrice dintre aparate se vor executa în conformitate cu prevederile schemelor desfășurate și de conexiuni din proiectul de execuție.

Bornele și clemele de legătură, cît și execuția conexiunilor, trebuie să fie astfel realizate, încît să nu deterioreze conductoarele, să nu le producă modificări mecanice, să limiteze apariția unor rezistențe suplimentare, să suporte în bune condiții trecerea curentului nominal, fără creșterea temperaturii, sau formarea unor pile electrice de contact. Bornele, clemele de legătură și îmbinările de materiale, trebuie să fie fixate rigid, pentru a suporta tracțiunea conductoarelor și să fie asigurate contra desfacerii, cu elemente speciale de asigurare. Ele trebuie să asigure presiunea de contact corespunzătoare curentului nominal al aparatului sau circuitului.

Conectarea la borne a conductoarelor se poate realiza, în funcţie de tipul bornei, prin strîngerea conductoarelor, cu şurub, cu papuci, cu manşoane, prin cositorire, sau cu ajutorul fişelor. Se recomandă ca, conductoarele multifilare să fie cositorite la capete.

Conductoarele de legătură vor respecta secţiunile şi culorile prevăzute în documentaţia tehnică. Legătura între conductoare se va face numai la borne sau cleme.

Mănunchiurile de conductoare vor fi asigurate împotriva smulgerii şi legate de elemente fixe, pentru a nu fi antrenate în mişcare. Capetele conductoarelor vor fi dezizolate cu grije, evitîndu-se tăierea acestora, sau micşorarea secţiunii. Suprafaţa de contact a conductoarelor şi bornelor trebuie să fie curată.

Strîngerea şuruburilor elementelor de contact trebuie făcută cu o forţă, care să le asigure un contact electric perfect şi să evite deşurubarea lor în timp.

La capetele introduse în borne, conductoarele se *marchează prin manşonare* şi *inscripţionare*. De asemenea aparatele se vor inscripţiona cu vopsea, indicîndu-se simbolul acestora din specificaţie.

După realizarea legăturilor, prefabricatele electrice de joasă tensiune se verifică sub tensiune, urmărind executarea, secvenţă cu secvenţă, a schemei electrice.

În cazul panourilor cu bare colectoare, montarea barelor se va efectua pe izolatoare, respectînd secţiunea barei, distanţa dintre bare, tipul izolatoarelor şi distanţa dintre izolatoare. Tăierea, îndoirea şi găurirea barelor, se vor face cu mare atenţie, spre a evita deteriorarea lor. Prelucrarea suprafeţelor de contact se face cu pila, iar după curăţarea suprafeţelor se aplică un strat subţire de vaselină neutră. La îmbinarea barelor se va ţine cont de suprafaţa necesară pentru trecerea curentului nominal, fără a se produce încălzirea barei din această cauză.

Traseul barelor trebuie să ocolească toate elementele metalice şi va fi astfel ales, încît să poată permite deformările cauzate de dilatarea sub acţiunea temperaturilor. Îndoirea barelor se va efectua cu dispozitive de îndoit,

respectîndu-se razele minime de curbură prevăzute de norme. Numărul și secțiunea șuruburilor de strîngere a îmbinărilor, trebuie să asigure o presiune de contact corespunzătoare.

În vederea identificării ușoare a fazelor, barele se vopsesc în diferite culori, conform prevederilor din documentație.

După executarea tuturor operațiilor de echipare, panourile, dulapurile și cutiile se vor curăța, îndepărtîndu-se toate deșeurile rezultate din prelucrare.

4. Principalele aparate şi materiale folosite la echiparea panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare

4.1. Condiţii generale şi clasificarea aparatelor electrice

Aparatele folosite la echiparea panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare au rolul de a realiza funcţiile de conectare, comandă, protecţie, semnalizare şi măsură, conform schemelor electrice ale instalaţiei respective, iar cu ajutorul materialelor electrice se realizează funcţiile de legătură electrică între diferitele aparate şi funcţiile de izolare.

Aparatele trebuie să îndeplinească condiţia ca toate caracteristicile electrice nominale ale lor să fie mai mari sau cel puţin egale cu cele în regim de funcţionare normal.

Tensiunea nominală a aparatului este acea valoare standardizată pentru care este construit aparatul şi determină caracteristica sa de lucru.

Standardele noastre stabilesc pentru aparatele de curent alternativ următoarele valori ale tensiunii nominale:

— pentru joasă tensiune: 24; 48 (42); 110 sau 127; 220; 380, 500; 660; 1 000 V;
— pentru înaltă tensiune: 3; 6; 10; 15; 20; 35; 60; 110; 220; 400 kV.

Tensiunea de izolare este tensiunea pentru care este prevăzută izolaţia aparatului şi se stabileşte funcţie de tensiunea nominală; poate fi mai mare sau cel puţin egală cu ea.

Curentul nominal al unui aparat electric este cel mai mare curent (din valorile standardizate) pe care aparatul îl poate suporta oricît timp, fără ca încălzirea diferitelor sale elemente să depășească anumite valori de norme.

Frecvența nominală a curentului este în funcție de modul cum a fost dimensionat aparatul din punct de vedere al funcționării. Frecvențele utilizate în mod curent sînt: 42; 50; 60 Hz. În țara noastră este normalizată frecvența de 50 Hz.

Capacitatea de rupere nominală a unui aparat de întrerupere reprezintă cel mai mare curent, exprimat în kiloamperi, pe care îl poate întrerupe aparatul, rămînînd în stare de funcționare, atunci cînd la bornele sale este aplicată o tensiune egală cu tensiunea sa nominală.

Curentul limita termic exprimă aptitudinea aparatelor de a suporta solicitările termice provenite din cauza trecerii prin aparat a curenților de scurtcircuit.

Curentul limita dinamic este valoarea celui mai mare curent pe care aparatul îl poate suporta, în poziția închis, din punctul de vedere al solicitărilor electromagnetice în condițiile prescrise de întrebuințare, funcționare și timp.

Robustețea mecanică este definită prin numărul de manevre în gol pe care un aparat îl poate efectua înainte de a fi necesare revizii sau schimbări de piese.

Serviciul nominal este funcție de frecvența conectărilor și de timpul cît un aparat stă efectiv sub tensiune. Serviciul poate fi: de opt ore, neîntrerupt și intermitent.

Frecvența de conectare este numărul de acționări pe oră realizat de aparat.

Temperatura mediului ambiant este temperatura aerului.

Caracteristicile menționate ale aparatelor derivă din solicitările la care sînt supuse în timpul funcționării, atît în condiții normale de serviciu, cît și în caz de avarii. Aceste solicitări pot fi caracterizate astfel:

— solicitare electrică a izolațiilor;

— solicitare termică a căilor de curent și a pieselor;

— solicitare mecanică a anumitor elemente (căi de curent, piese de susținere-izolatori) cauzată de forțele electrodinamice provocate de curenții de scurtcircuit;

— solicitări termice și mecanice provocate de arcul electric;

— uzura mecanică a pieselor în mișcare;

— solicitări provocate de acțiunea mediului.

Aparatele electrice se pot clasifica după mai multe criterii:

— În funcţie de utilizare:
  — aparate industriale;
  — aparate pentru instalaţii.
— După tensiunea nominală.
— După curentul nominal.
— După felul curentului:
  — curent continuu;
  — curent alternativ (monofazat sau trifazat).
— După numărul polilor.
— După durata de funcţionare.
— După tipul de protecţie al aparatului care este indicat prin simbolul IP urmat de trei cifre, din care prima indică gradul protecţiei contra pătrunderii corpurilor străine, a doua — felul protecţiei contra pătrunderii apei şi a treia — rezistenţa contra deteriorărilor mecanice.
— După protecţia antiexplozivă.

4.2. Căile de curent

La orice instalaţie electrică şi în special la panourile de distribuţie un rol important îl au căile de curent şi deci materialele din care ele sînt confecţionate.

Materialul din care sînt confecţionate barele active ale panourilor şi tablourilor de distribuţie este aluminiul sau cuprul; cuprul se alege doar în cazuri speciale impuse de mediu. Oţelul se foloseşte numai pentru barele de nul.

Pentru bare problema principală o constituie alegerea secţiunii necesare, astfel, ca pentru funcţionarea în regim normal, curentul de durată admisibil corespunzător secţiunii alese să depăşească curentul de serviciu,

$$I_{ad} \geqslant I_b,$$

unde: I_{ad} este curentul de durată admisibil;
I_b — curentul de serviciu egal, pentru barele colectoare cu curentul nominal al sosirii, iar pentru barele de derivaţie cu curentul nominal al plecării deservite.

Verificarea la scurtcircuit se face la solicitările mecanice şi termice.

Pentru solicitări mecanice:

$$\sigma = \frac{F \cdot l}{8 W_b} 10^{-2} \text{ [daN/cm}^2\text{]},$$

unde: σ este efortul unitar la încovoiere egal cu 700 daN/cm^2 pentru conductoare din Al, 1 400 daN/cm^2 pentru Cu şi 1 600 daN/cm^2 pentru oţel;

F — forţa electrodinamică, în daN;

l — lungimea minimă dintre izolatoare, în cm;

W_b — modulul de rezistenţă al barei, care este funcţie de secţiunea şi aşezarea barelor.

4.3. Izolatoare electrice

Izolatoarele sînt elemente de instalaţie sau părţile de aparat special construite pentru a susţine mecanic şi pentru a asigura izolaţia electrică a căilor de curent.

Solicitările la care sînt supuse izolatoarele sînt:

— solicitări mecanice date de greutatea conductoarelor, de vibraţii şi de forţele electrodinamice transmise de conductoare;

— solicitări de străpungerea electrică prin masa izolatorului;

— solicitarea la conturnare în stare uscată;

— solicitarea la conturnare sub ploaie;

— solicitarea termică;

— solicitarea dinamică şi termică dată de arcul electric de conturnare.

Verificarea la scurtcircuit se face la solicitările mecanice provocate de oscilaţiile barelor sub acţiunea forţelor electrodinamice şi trebuie ca:

$$F_{iz} \geqslant K_{stg} F,$$

în care: F_{iz} este sarcina care poate fi suportată de izolator;

K_{stg} — coeficient de siguranță, $K_{stg}=1{,}25$;
F — forța electrodinamică care acționează asupra izolatorului, în daN,

$$F=F_s \cdot l,$$

(F_s fiind forța electrodinamică unitară, în daN/m², funcție de distanța izolatoarelor fazelor vecine și de curentul de șoc, iar l — distanța între două izolatoare vecine ale aceleiași faze).

Tipuri constructive de izolatoare folosite în panourile și tablourile de distribuție și automatizare:

— izolatoare din ceramică cu armare exterioară (în fig. 4.1, *a*);
— izolatoare din ceramică cu armare interioară (în fig. 4.1, *b*);
— izolatoare din textolit, pertinax sau steclotextolit;
— izolatoare din rășini de turnare;
— izolatoare din fibră de sticlă.

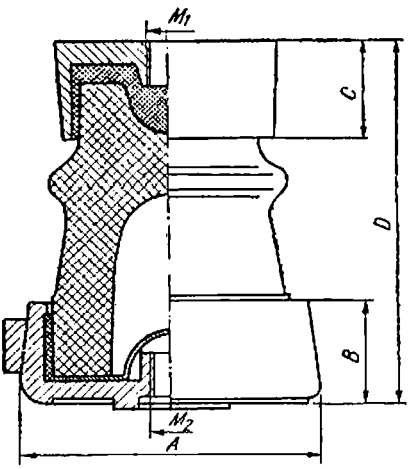
4.4. Aparate de conectare manuală

În această categorie sînt cuprinse următoarele grupe de aparate:

— întreruptoare — pîrghie;
— întreruptoare și comutatoare-pachet;
— întreruptoare și comutatoare cu came;
— prize, fișe și cuple;
— separatoare;
— întreruptoare și comutatoare cumpănă și basculante.

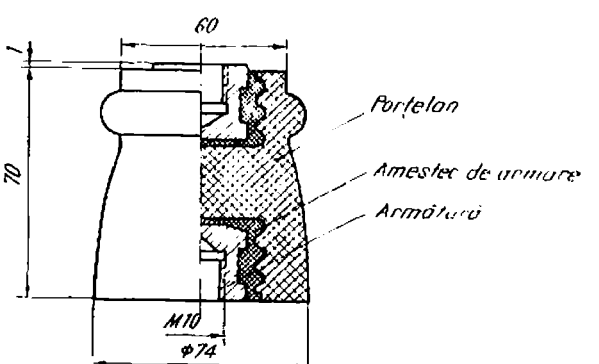
Ele au următoarele caracteristici comune:

— sînt acționate manual, atît la închidere, cît și la deschidere;
— servesc la stabilirea și întreruperea circuitului, nefiind prevăzute cu alte elemente de protecție, măsurare sau reglare;
— nu pot întrerupe decît curenții de serviciu mai mici sau cel mult egali cu curentul nominal; nu au rolul și



Tip	A		B	C	D	M_1	M_2	Proiect Nr.
	Soclu rotund	Soclu oval						
SA-1	80	D=135 d=85	27	26	97	10	14	180.65-00A
SB-2	102	D=170 d=110	34	34	112	16	16	180.65-00B

a



b

Fig. 4.1. Izolatoare:
a — cu armare exterioară; *b* — cu armare interioară.

nu pot să întrerupă curenţii mari de suprasarcină sau de scurtcircuit;

— sînt destinate să fie manevrate relativ rar, durata de serviciu fiind de cîteva mii pînă la cîteva zeci de mii de cicluri, iar frecvenţa de conectare fiind de ordinul a cîtorva manevre pe oră.

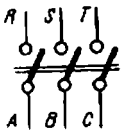


Fig. 4.2. Întreruptor cu pîrghie tripolar. Schema pentru curent alternativ 380 V.

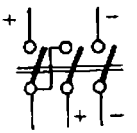


Fig. 4.3. Întreruptor cu pîrghie tripolar. Schema pentru curent continuu 440 V.

Întreruptoarele cu pîrghie, sînt aparate de joasă tensiune caracterizate prin faptul că închiderea şi deschiderea circuitului se realizează cu ajutorul unui contact mobil în formă de braţ de pîrghie.

Ele servesc pentru conectarea şi deconectarea de la reţea a circuitelor de lumină şi forţă de joasă tensiune, atit în curent continuu, cît şi în curent alternativ.

Întreruptoarele cu pîrghie de 25, 63 şi 100 A se utilizează în instalaţiile electrice de curent continuu, (fig. 4.3) şi curent alternativ, (fig. 4.2). În cazul utilizării în curent continuu, două căi de curent trebuie legate în serie.

Întreruptoarele cu manetă de 200, 350, 600 şi 1 000 A se utilizează în instalaţiile electrice de distribuţie. Acţionarea se face cu o manetă de tipul M.A.3D.

● Din punctul de vedere al tipului constructiv ele se pot clasifica după mai multe criterii:

— După numărul căilor de curent:
  — monopolare — circuite de putere mică;
  — bipolare — la curent continuu;
  — tripolare — reţele trifazate.
— După modul de întrerupere:
  — cu cuţit de întrerupere bruscă;
  — fără cuţit de întrerupere bruscă.

— După modul de acţionare:
— cu manetă de acţionare directă;
— cu acţionare printr-un sistem de pîrghii.

● Modul de funcţionare este următorul: realizează întreruperea curentului şi stingerea arcului electric de întrerupere prin efectul de suflaj magnetic în aer liber. Lungimea şi răcirea arcului se obţin prin efectul de buclă al circuitului de curent în întreruptor, dar este ajutată, în mare măsură şi de ridicarea în sus a aerului cald. De aceea, întreruptoarele pîrghie se montează de obicei pe pereţi verticali, cu contactele de deschidere în sus. Chiar şi în aceste condiţii, întreruperea curentului continuu nu poate fi realizată în condiţii bune decît de întreruptoarele-pîrghie prevăzute cu dispozitiv de întrerupere bruscă.

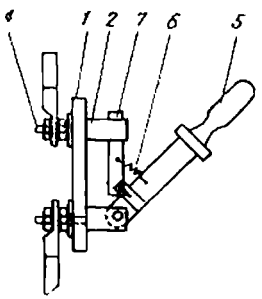


Fig. 4.4. Întreruptor-pîrghie monopolar, prevăzut cu contact auxiliar cu mişcare bruscă:
1 — placă de bază; *2* — contact fix; *3* — contact mobil; *4* — borne de legare la reţea; *5* — mîner de acţionare; *6* — resort; *7* — contact de rupere.

Acest gen de întreruptoare (fig. 4.4), se caracterizează din punctul de vedere al rolului lor şi al modului de funcţionare prin aceea că:

— sînt construite ca aparate de interior (în exterior se pot folosi cu capace de protecţie);

— frecvenţa de conectare este mică (1 . . . 3 conectări pe zi);

— puterea de rupere este redusă (de ordinul 0,6 I_n);

— acţionarea este întotdeauna manuală;

— se construiesc pentru tensiunea nominală de 500 V şi curenţi nominali cuprinşi între 25 şi 1 000 A.

Întreruptoarele şi comutatoarele pachet sînt aparate de conectare de joasă tensiune acţionate manual, caracterizate prin faptul că ansamblul aparatului se obţine prin înşiruirea pe acelaşi ax a unui număr variabil de elemente (pachete) de construcţie similară, fiecare element cuprinzînd o cale de curent. Fiecare cale de curent este formată din două sau trei contacte fixe, montate pe discuri presate din material electroizolant. Contactele mobile,

din material bun conducător şi elastic, cîte unul pentru fiecare sector, sînt aşezate pe un ax central şi se mişcă solidar cu axul.

Se deosebesc trei tipuri de contacte mobile (fig. 4.5), primul fiind folosit la întreruptoare, iar celelalte la comutatoare-pachet.

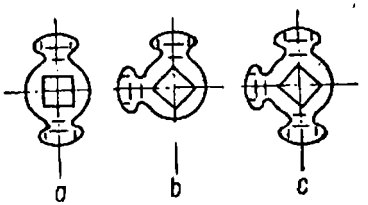


Fig. 4.5. Tipuri de contacte mobile pentru întreruptoarele şi comutatoarele pachet:
a — contacte în opoziţie; *b* — contacte în unghi; *c* — contacte în T.

Un sistem de sacadare realizează întreruperea bruscă, independent de viteza cu care este acţionată maneta. Celelalte piese componente sînt: maneta de acţionare din bachelită, placa de fixare cu şuruburile de strîngere şi capacul de bachelită, în care este cuprins întregul aparat atunci cînd acesta este în construcţie aparentă.

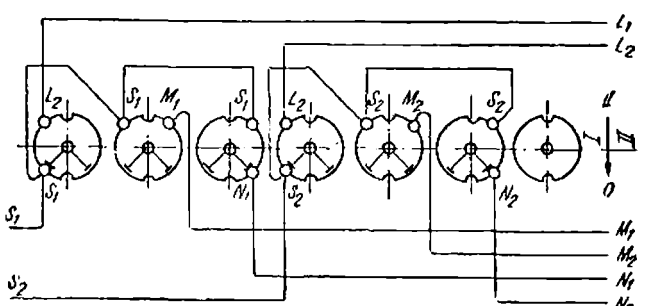


Fig. 4.6. Schema de conexiuni a unui comutator-pachet cu trei direcţii.

Alegînd diferite forme de contacte mobile, plasînd în mod convenabil discurile cu contacte fixe şi executînd în mod diferit legăturile exterioare între contactele fixe se pot obţine scheme de comutare foarte variate, cu ajutorul unui aparat simplu.

Întreruptoarele pachet pot funcţiona în orice poziţie, sînt foarte rezistente la vibraţii şi şocuri. Ele se caracterizează prin:

— tensiunea nominală;
— felul curentului;
— intensitatea nominală;
— numărul căilor de curent;
— schema de legături;
— tipul de protecţie.

Se construiesc pentru tensiuni nominale pînă la 500 V curent alternativ şi 440 V curent continuu, dar domeniul normal de utilizare este 380 V sau 250 V. Curenţii nominali sînt cuprinşi între 6 şi 200 A. Frecvenţa de conectare este de cel mult 250 conectări pe oră, iar durata de serviciu este de ordinul a 100 000 manevre la intensităţi nominale mici (16 A) şi 10 000—20 000 manevre la intensităţi nominale mari (200 A).

Întreruptoare şi comutatoare cu came. Ca şi întreruptoarele-pachet sînt construite tot dintr-un număr variabil de căi de curent identice, alăturate; deschiderea şi închiderea contactelor mobile fiind de asemenea realizată prin acţiunea unui ax central.

Deosebirea dintre întreruptoarele-pachet şi întreruptoarele cu came o constituie modul de realizare a circuitului de curent; astfel:

— la întreruptoarele-pachet, contactele mobile se rotesc odată cu axul de acţionare, în timp ce contactele fixe sînt aşezate pe un cerc periferic; închiderea şi deschiderea circuitului se realizează între contacte cu frecare de tip furcă;

— la întreruptoarele cu came, (fig. 4.7) contactele mobile execută mişcări de translaţie, închiderea şi deschiderea circuitelor realizîndu-se cu ajutorul unor contacte de presiune punctiforme, fără frecare; pe ax sînt montate numai nişte came din material izolant care, rotindu-se odată cu axul de acţionare, determină separarea sau apropierea contactelor.

Viteza de deschidere a contactelor depinde, la aceste aparate, de viteza de manevrare a operatorului.

Se utilizează pentru închiderea şi deschiderea circuitelor de comandă, semnalizare, iluminat şi pentru acţionarea maşinilor electrice.

Pentru marcarea poziţiei comutatorului se utilizează o placă frontală executată din material plastic transpa-

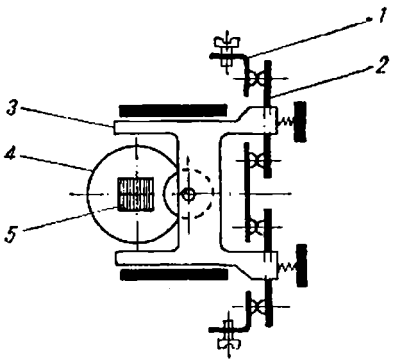


Fig. 4.7. Întreruptor cu came. Reprezentarea schematică a principiului de funcţionare:
1 — contact fix; *2* — punţi de contact mobile; *3* — sanie pe care sînt fixate contactoarele mobile; *4* — camă de comandă; *5* — ax de comandă.

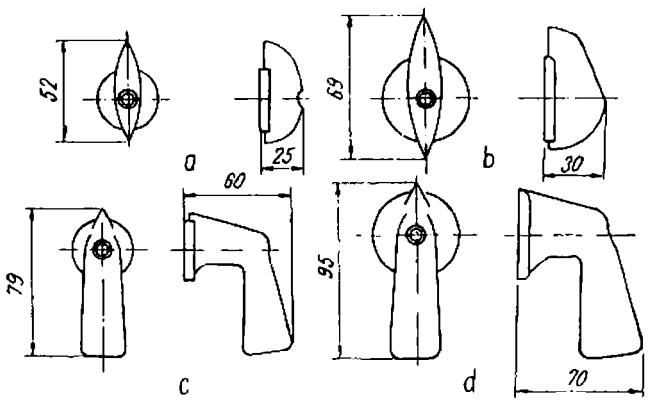


Fig. 4.8. Tipuri de mînere folosite la comutatoarele tip C.

rent, sub care se introduce o placă de marcaj, pe care sînt marcate poziţiile de funcţionare, sau se pantografiază direct pe placă.

Din punctul de vedere al mînerului de acţionare comutatoarele cu came pot fi echipate cu mai multe feluri de mînere, indicate în fig. 4.8.

Comutatoarele cu came de tipul C se clasifică în modul următor:

— după curentul nominal în C16 — 16 A; C40 — 40 A; C63 — 63 A;

— după numărul de etaje;

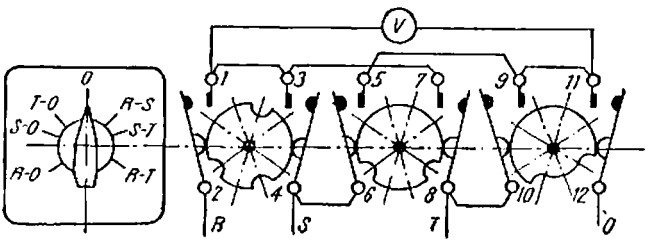


Fig. 4.9. Schema de conexiuni a unui comutator volmetric realizată ca un comutator cu came.

— după numărul de poziţii ferme şi cu revenire ale sistemului de sacadare;

— după schema electrică — se poate realiza o varietate foarte mare de scheme (fig. 4.9).

Prize, fişe, cuple. Se utilizează pentru conectarea la reţele de joasă tensiune a anumitor consumatori mobili.

Prizele şi fişele bipolare pot fi cu sau fără contact de protecţie, iar cele tripolare sînt executate numai cu contact de protecţie. Aparatele prevăzute cu contact de protecţie au o bornă în plus, care se leagă la conductorul de nul de protecţie al instalaţiei sau direct la instalaţia de legare la pămînt. Piciorul de contact al fişei destinat racordării utilajului la conductorul de protecţie al instalaţiei este mai lung, astfel că, la introducerea fişei în priză, legătura de protecţie se stabileşte în avans faţă de conectarea la reţeaua de alimentare.

Cuplele sînt prize mobile care au un rol funcţional asemănător.

Există o gamă foarte variată de prize şi fişe:

— prize: bipolare pe tencuială, bipolare sub tencuială, bipolară INTENC, bipolare protejate în carcasă de bachelită, în carcase metalice, bipolare multiple, etanşe, tripolare în carcasă de bachelită sau metalică etc.;

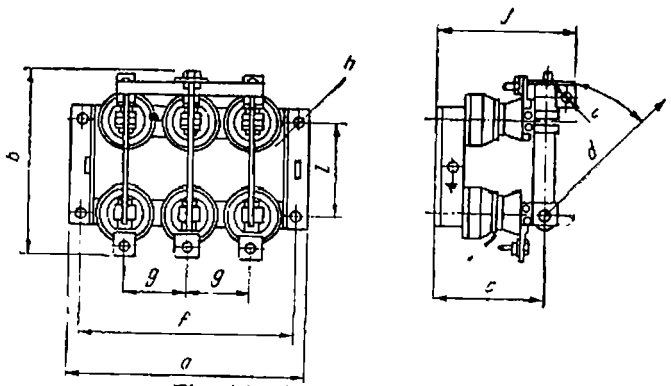


Fig. 4.10. Separator tripolar.

Nr. crt.	Denumirea aparatului	Conexiuni realizabile	Întreruptoare rotative	Întreruptoare basculante	Întreruptoare cumpănă
1	Întreruptor unipolar				
2	Întreruptor bipolar				
3	Întreruptor dublu				
4	Comutator (hotel) grup				
5	Comutator serie				
6	Comutator scară sau de capăt				
7	Comutator cruce				

Fig. 4.11. Schemele de conexiuni ale întreruptoarelor şi comutatoarelor.

— fișe: bipolare cu sau fără contact de protecție, tripolare în carcasă de bachelită sau metalică, etanșe etc.

Separatoare. Acționate manual prin intermediul unei manete, se utilizează în instalații electrice cu tensiune pînă la 1 kV. Montajul se face numai în poziție verticală conform cu desenul din fig. 4.10.

Întreruptoare și comutatoare cumpănă și basculante. Realizează închiderea sau deschiderea circuitelor prin apăsarea pe extremitățile unui buton sau pe o mică manetă.

Aceste întreruptoare și comutatoare pot realiza diferite scheme electrice (fig. 4.11).

4.5. Aparate pentru comanda manuală a motoarelor electrice

Toate aparatele din această categorie execută comanda manuală a mașinilor electrice. Se poate comanda pornirea și oprirea, schimbarea sensului de rotație, se poate modifica viteza de rotație, regla excitația generatoarelor, se poate reduce curentul de pornire al motoarelor asincrone. Aceste comenzi se pot face și combinat.

Principalele aparate din această categorie sînt:

— aparatele de conectare la rețea a mașinilor electrice;

— comutatoare stea-triunghi;

— autotransformatoare de pornire;

— inversoare de sens;

— comutatoare de număr de poli;

— reostate de pornire și reglare pentru motoare electrice;

— controlere.

Aparate de conectare la rețea a mașinilor electrice. Conectarea și deconectarea la rețea a statorului motoarelor electrice asincrone se realizează cu aparate de conectare cum ar fi: întreruptoare pîrghie, întreruptoare pachet, întreruptoare cu came, întreruptoare cu tambur.

Comutatoare stea-triunghi. Aceste aparate se utilizează la pornirea motoarelor electrice asincrone cu rotorul în scurtcircuit, care au tensiunea nominală a înfăşurării statorice conectate în triunghi egală cu tensiunea reţelei.

Trecerea din poziţia stea în poziţia triunghi se face de către manevrant.

Utilizarea comutatorului stea-triunghi este necesară acolo unde reţeaua nu suportă curentul mare absorbit de motor la pornirea directă în triunghi şi este aplicabilă numai dacă motorul este astfel bobinat încît să aibă, în regim de lucru, bobinajul statoric conectat în triunghi şi cele şase capete ale înfăşurării statorice scoase la o placă cu borne.

Pornirea se face în două etape:

— mai întîi se aplică motorului conectat în stea tensiunea reţelei (tensiunea aplicată fiecărei faze este deci de 1,73 ori mai mică decît tensiunea reţelei);

— îndată ce motorul a atins turaţia nominală (nu mai devreme şi nici mult mai tîrziu) se modifică legăturile motorului în triunghi, conectîndu-se concomitent la reţea.

În felul acesta curentul de pornire absorbit de motor de la reţea este redus la 1/3 din valoarea pe care ar fi avut-o dacă se conecta direct în triunghi, dar şi cuplul de pornire scade la 1/3. De aceea pornirea prin comutatoare stea-triunghi poate fi folosită numai dacă motorul porneşte în gol sau sub sarcină redusă.

Schema de conexiuni are trei poziţii de funcţionare: zero, stea şi triunghi, manevra fiind imposibilă din poziţia zero în poziţia triunghi (fig. 4.12).

Comutatoarele stea-triunghi manuale sînt de două feluri: cu conectare în aer şi cu conectare în ulei. Cele în ulei se utilizează la pornirea motoarelor electrice asincrone trifazate cu rotorul în scurtcircuit, în medii cu umiditate şi praf şi în medii cu pericol de incendiu.

Autotransformatoarele de pornire. Se utilizează la pornirea motoarelor electrice pentru limitarea valorilor ridicate pe care le iau curenţii în momentul comutării din stea în triunghi.

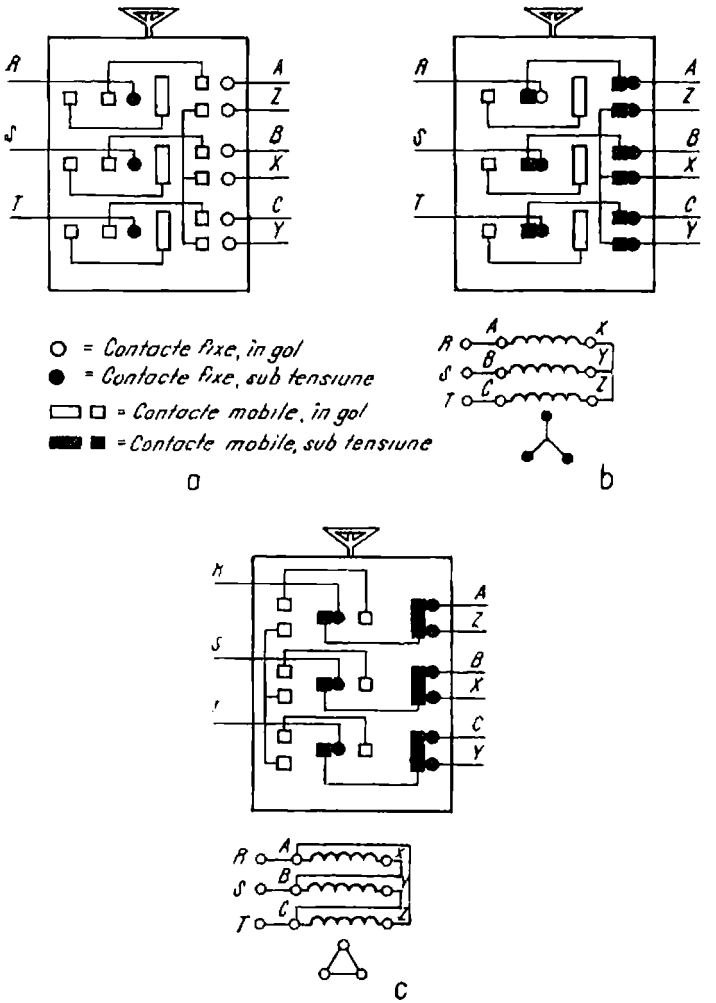


Fig. 4.12. Modul de realizare a conexiunilor la un comutator stea-triunghi tip tambur:

a — poziția „zero"; *b* — poziția „stea"; *c* — poziția „triunghi".

Autotransformatorul asigură reducerea tensiunii de alimentare de pornire, producînd și scăderea cuplului de pornire (fig. 4.13).

Inversoare de sens. Se utilizează la comanda inversării sensului de rotație al motorului asincron trifazat, prin inversarea a două faze.

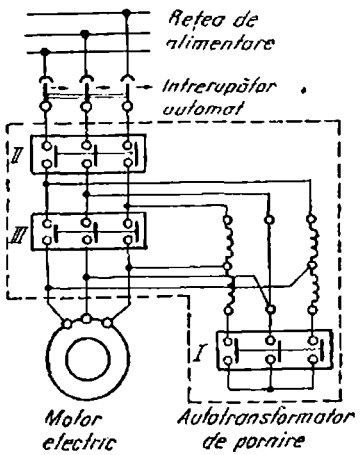


Fig. 4.13. Schema funcțională a unui autotransformator de pornire.

Inversoarele de sens au trei poziții: stînga, zero, dreapta. Sînt astfel construite încît permit inversarea sensului unui motor aflat în rotație, putînd conecta și deconecta pînă la 6 I_n.

Pot fi construite: cu came, tip pachet și cu tambur.

Comutatoare de număr de poli. Turația de sincronism a unui motor de curent alternativ este dată de relația:

$$n = \frac{60\,f}{p}\ [\text{rot/min}],$$

în care: f este frecvența rețelei, în Hz;

p — numărul de perechi de poli ai înfășurării statorice.

În mod normal f=50 Hz deci,

$$n = \frac{60 \cdot 50}{p} = \frac{3000}{p}.$$

Pentru motoarele asincrone cu rotorul în scurtcircuit există deci posibilitatea de a se modifica turația motorului în două, trei trepte fixe (nu în mod continuu) prin modificarea numărului de poli ai statorului. În acest scop statorul se construiește cu mai multe înfășurări, corespunzătoare fiecare unui anumit număr de poli, sau cu o înfășurare serie-paralel, executîndu-se în mod corespunzător legătura la rețea.

Se folosesc comutatoare de tipul pachet sau cu came.

4.6. Aparate pentru comanda automată a motoarelor electrice — contactoare

Contactoarele din seria TCA sînt aparate ce pot fi utilizate în instalații electrice de automatizare pentru comanda motoarelor electrice, care funcționează în regim de lucru AC3 (pornirea motoarelor în scurtcircuit și oprirea acestora în plin mers). Ele pot efectua de asemenea operații de închidere, deschidere și comutare a unor circuite, ca urmare a unei comenzi date de un releu, sau de un traductor, la anumiți parametri stabiliți.

Pot fi acționate de la distanță, prin apăsarea unui buton montat pe un panou, sau pe o cutie de comandă. Mai pot servi și pentru pornirea stea-triunghi a motoarelor.

De regulă au o capacitate de rupere relativ redusă, însă au rezistență mecanică mare, permițînd un număr mare de manevre cu frecvență sporită de conectare. Pot fi de curent alternativ sau continuu și pot avea bobinele alimentate fie în curent alternativ, fie în curent continuu.

După numărul polilor, se pot clasifica în contactoare monopolare, bipolare și tripolare. Ele pot avea contacte auxiliare, normal deschise, sau normal închise, în diferite combinații, variind pînă la numărul maxim de 4+4.

Datorită construcției lor, pot fi montate numai pe panouri verticale, astfel ca bornele R, S, T să fie în partea superioară.

Contactoarele din gama TCA se fabrică pentru curenți de la 6 la 400 A (6, 10, 32, 40, 63, 125, 200, 250 și

400 A), cu variante depinzînd de natura tensiunii de comandă.

Sînt destinate să lucreze, în condiții normale de exploatare, în rețele la care variația tensiunii nu depășește $\pm 5\%$ și pot fi livrate și în execuție tropicalizată TH III.

Tensiunea nominală este de 500 V c.a. Puterea motorului de acționare poate varia, ca atare, între 2,2 și 220 kW.

Contactoarele de comandă, avînd de regulă un curent nominal de 6 A, sînt folosite în circuitele auxiliare ale instalațiilor de automatizări, în mod deosebit, datorită multiplelor variante și combinații, ce se pot realiza cu cele opt contacte ale lor.

Decalajul mărit dintre deschiderea contactelor normal închise și închiderea contactelor normal deschise, conferă o siguranță mărită în schemele de automatizări (pentru porniri și opriri).

Gradul de protecție al contactoarelor este IPOOO.

Construcția lor este conform recomandărilor CEI 158-1.

4.7. **Aparate de protecție**

Siguranțe fuzibile. Fac parte din categoria aparatelor de protecție, realizînd protecția instalațiilor electrice împotriva curenților de scurtcircuit și uneori a suprasarcinilor.

În funcție de utilizare, siguranțele fuzibile pot fi de uz casnic, semiindustriale și industriale.

Din punct de vedere constructiv, siguranțele pot fi: auto, mignon, normale cu filet și cu furci.

Din punctul de vedere al capacității de rupere, siguranțele pot fi de capacitate mică (pentru tensiuni reduse), de capacitate medie (de uz casnic și semiindustrial) și de capacitate mare (de uz industrial).

Parametrii nominali ai siguranțelor fuzibile indiferent de tip sînt: curentul nominal, tensiune nominală, caracteristica de fuziune și capacitatea de rupere.

Siguranțele fuzibile cu capacitatea mică de rupere, sînt de tipul siguranțelor de tensiune redusă (formate în general dintr-un soclu ceramic, din bachelită, soclu cu furci

sau un tub de sticlă cu capace metalice şi fuzibile) şi de tipul siguranţelor de tensiune nominală (siguranţe tip fişă, tubulare de curent continuu sau minion).

Siguranţele cu capacitate medie de rupere, se construiesc în varianta siguranţelor cu filet şi în varianta siguranţelor tubulare.

Siguranţele cu filet la rîndul lor pot avea socluri realizate pentru legături în faţa sau în spatele panoului.

Patroanele siguranţelor se execută în variante lente, rapide şi ultra rapide.

Siguranţele tubulare se utilizează în instalaţiile industriale cu curenţi de scurtcircuit de valoare redusă, furcile de contact montîndu-se întotdeauna pe un panou izolant.

Siguranţele cu capacitatea mare de rupere, se utilizează pentru protecţia circuitelor la curenţi de scurtcircuit de valori mari.

Se compun din patron, suport şi mîner de manevră. Patronul se execută cu acţiune rapidă şi ultra rapidă.

Întreruptoare automate. Se întrebuinţează pentru: pornirea, oprirea şi protecţia motoarelor electrice, în instalaţiile industriale şi navale, pentru protecţia liniilor şi a transformatoarelor. Se caracterizează prin putere ridicată de închidere şi deschidere, capacitate termică şi de scurtcircuit ridicată, posibilităţi de semnalizare a poziţiilor de funcţionare.

Gama întreruptoarelor automate cuprinde:

— întreruptoare USOL (100—800 A);

— întreruptoare OROMAX (1 000—4 000 A).

Întreruptoarele USOL se fabrică în următoarele variante constructive: 100, 250, 500 şi 800 A. Tensiunea nominală a lor poate ajunge pînă la 500 V c.a. şi 220 V c.c. Frecvenţa de manevrare este de maximum 30 de manevre pe oră.

Acţionarea se poate face manual, de pe aparat, sau cu motor, comandat cu ajutorul unui buton de comandă.

Se execută în variantă fixă, sau în variantă debroşabilă, cu legături faţă sau spate. Sînt echipate cu relee declanşatoare pentru protecţie termică şi electromagnetică.

Limitele de reglaj ale declanşatoarelor termice la 20°C sînt (1 . . . 1,25) I_r, iar la 45°C sînt (0,8 . . . 1) I_r.

Declanşatoarele electromagnetice pot fi reglate la 4 I_r pentru varianta de linie, sau la 10 I_r pentru varianta de motor.

Întreruptoarele USOL pot fi echipate — la cerere — cu declanşatoare de tensiune minimă, sau declanşatoare de deschidere.

Numărul maxim de contacte auxiliare poate ajunge la două contacte normal deschise şi două contacte normal închise.

Întreruptoarele OROMAX se fabrică în cinci variante constructive pentru curenţi nominali de 1 000, 1 600, 2 000, 2 500 şi 4 000 A. Tensiunea nominală a lor poate ajunge pînă la 500 V_{ca} şi 220 V_{ca}. Frecvenţa de manevrare este de maxim 30 de manevre pe oră.

Acţionarea se poate face manual, de pe aparat, sau cu motor, ce poate fi comandat cu ajutorul unor butoane de comandă locale, sau de la distanţă.

Se execută în variantă fixă şi variantă debroşabilă.

Mecanismul de acţionare este de tipul cu acumulare de energie (resoarte prearmate) şi se realizează în următoarele variante:

— tip NA, la care armarea arcurilor se face manual, printr-o singură manevrare a manetei;

— tip N, la care armarea arcurilor se face manual, prin manevre repetate;

— tip NM, la care armarea arcurilor se face automat, prin intermediul unui motor electric.

La toate tipurile de aparate se pot face următoarele *manevre:*

— *închidere-deschidere*, aparatul fiind deschis cu resoartele armate;

— *deschidere—închidere—deschidere*, aparatul fiind închis cu resoartele armate.

Pot fi echipate cu declanşatoare termice şi electromagnetice.

Reglarea releelor termice se poate face în gama (0,5—1) I_r.

Declanşatoarele electromagnetice pot fi cu acţionare instantanee (de tip H), sau cu acţiune temporizată în trei trepte (de tip K).

De asemenea pot fi echipate cu declanşatoare de tensiune minimă şi declanşatoare de deschidere. Aparatele au pînă la 4 contacte normal deschise şi 4 contacte normal închise.

4.8. Aparate pentru acţionări şi semnalizări

Butoane de comandă. Butoanele de comandă servesc la echiparea instalaţiilor de automatizare cu comandă secvenţială, utilizîndu-se în instalaţiile electrice pentru comanda aparatelor de acţionare. Sînt prevăzute cu unul sau mai multe grupuri de contacte normal închise şi normal deschise, bornele contactelor normal deschise fiind marcate cu numere cu soţ, iar cele ale contactelor normal închise cu numere fără soţ.

Culoarea butoanelor poate fi: roşie, galbenă, verde, neagră sau incoloră (transparentă), butoanele care comandă oprirea funcţionării circuitelor respective trebuind să aibă culoare roşie.

Butoanele de comandă se execută în două variante constructive (pentru montaj aparent şi pentru montaj îngropat) şi în numeroase tipuri constructive funcţie de locul de utilizare, caracteristici electrice, gradul de protecţie, necesitatea semnalizării poziţiei şi altele.

Principalele tipuri constructive sînt:

Butoane de comandă cu placă frontală utilizate pentru comanda de la distanţă a aparatelor în circuite de curent alternativ, pînă la 500 V şi 6 A şi de curent continuu pînă la 250 V şi 2 A. Se montează pe panouri şi sînt prevăzute cu un contact normal deschis şi un contact normal închis.

Butoane de comandă cu patru contacte utilizate pentru comandă de la distanţă a aparatelor electrice în circuite de curent alternativ pînă la 380 V şi 2 A şi de curent continuu pînă la 220 V şi 0,25 A. Se montează pe panouri şi sînt prevăzute cu cîte două contacte normal deschise

şi două contacte normal închise. Se execută în varianta normală şi protejată construcţia protejată referindu-se la partea frontală a aparatului montat pe panou.

Din punctul de vedere al acţionării se disting *butoanele de comandă* la care acţionarea se face prin apăsarea unui buton îngropat, *butoane ciupercă* la care acţionarea se face prin manevrarea unui buton aparent, *butoane cu reţinere* la care acţionarea se face prin apăsarea unei chei, iar pentru menţinerea acţionării se roteşte cheia cu 90° spre dreapta şi *butoane cu pipă* la care acţionarea se face prin apăsarea unei manete şi pentru menţinerea acţionării se roteşte maneta (pipa) cu 90° spre dreapta.

Butoanele ciupercă cu reţinere utilizate pentru comanda aparatelor electrice în circuitele de curent alternativ pînă la 380 V şi 2 A, şi în circuitele de curent continuu pînă la 220 V şi 0,25 A. Sînt prevăzute cu patru contacte normal închise şi patru normal deschise, cu un buton de acţionare tip ciupercă şi două poziţii stabile de funcţionare, trecerea de la o poziţie la alta făcîndu-se prin apăsarea şi respectiv tragerea butonului. Se fabrică în execuţie normală şi protejată.

Butoanele cu lampă utilizate pentru comanda aparatelor electrice în circuite de curent alternativ pînă la 380 V şi 2 A şi în circuite de curent continuu pînă la 220 V şi 0,25 A. Sînt prevăzute cu două contacte normal deschise şi două normal închise şi o lampă de 24 V care luminează corpul transparent al butonului, lampa aprinsă semnalizînd efectuarea comenzii. Se execută numai în varianta normală.

Butoane de comandă cu lampă inclusă, în execuţie antiexplozivă se utilizează pentru comanda aparatelor electrice în circuite de curent alternativ pînă la 380 V şi 6 A. Sînt prevăzute cu cîte o lampă de semnalizare cu neon, cu rezistenţă înclusă în aparat.

Butonul propriu-zis este realizat în construcţie antiexplozivă, antideflagrantă, butonul şi lampa fiind încluse într-o carcasă de silumin.

Butoane duble tip AG-6 utilizate pentru comanda instalaţiilor electrice din minele de cărbuni şi carierele de nisipuri bituminoase, în circuite de curent alternativ pînă

la 500 V și 6 A. Protecția antigrizutoasă, antideflagrantă este asigurată prin închiderea aparatului într-o carcasă de tablă. Aparatul este prevăzut cu un buton normal deschis și un buton normal închis, cu o bornă comună.

Butoane selectoare utilizate pentru acționarea selectivă a circuitelor de comandă în curent alternativ pînă la 380 V și 2 A și în curent continuu pînă la 220 V și 0,25 A. Se montează pe panouri cu grosimea maximă de 7 mm. Este prevăzut cu patru contacte. În partea frontală este prevăzut cu un inel randalinat care poate fi rotit în două poziții extreme, la 90° una față de cealaltă realizînd scheme electrice diferite atît în poziția acționat cît și în poziția neacționat.

Butoane manipulatoare cu patru poziții utilizate în instalațiile electrice de comandă ale mașinilor-unelte, în curent alternativ sau continuu. Se execută în două variante: cu poziții reținute sau cu revenire.

Butoane manipulatoare cu trei direcții nereținute utilizate în instalațiile de automatizare și de acționare pentru mașini-unelte în curent alternativ sau continuu. Sînt prevăzute cu trei contacte normal deschise și trei contacte normal închise, fiecare grup din aceste contacte avînd un pol comun.

Butoane de avarie, cu pîrghie utilizate ca butoane de declanșare în caz de pericol în instalațiile de automatizare și de acționare ale mașinilor unelte, în curent alternativ sau continuu. Se acționează prin manevrarea manetei în orice direcție.

Butoane duble de acționare utilizate pentru comanda de pornire și oprire în instalațiile electrice de automatizare, în curent alternativ sau continuu. În carcasa aparatului se află un buton normal închis și un buton normal deschis cu un pol comun care poate fi separat la nevoie.

Butoane simple de curent continuu utilizate în instalațiile electrice de curent continuu care necesită numai un contact normal deschis.

Butoane duble de curent continuu utilizate în instalațiile electrice de curent continuu care necesită două contacte normal deschise.

Butoane pentru instalații. În afara butoanelor de comandă descrise mai sus se mai realizează două tipuri de butoane pentru instalații care servesc la închiderea circuitelor de sonerie sau la comanda întreruptoarelor automate pentru iluminat. Acestea sînt:

Butoane de sonerie cumpănă utilizate în circuitele de sonerie. Construcția este asemănătoare cu a întrerupătoarelor cumpănă cu deosebirea că după încetarea apăsării butonul revine în poziția deschis.

Butoane pentru lumină utilizate la comanda întrerupătoarelor automate pentru iluminat sau ca butoane de sonerie.

Chei de comandă. Cheile de comandă și semnalizare se utilizează pentru închiderea și comutarea normală a circuitelor electrice.

Se fabrică în două construcții principale: tipul pachet și tipul cu came. Ambele construcții se pot executa cu sau fără lampă inclusă. Se pot acționa prin buton sau cu manetă. Acționarea contactelor se face cu un ax de manevră comun, un mecanism de sacadare asigurînd poziția stabilă a contactelor. Aparatele se pot fixa pe panourile metalice sau izolate.

Cheile de comandă de tip pachet se utilizează în circuitele de comandă și măsură. Se compun din plăci izolante pe care se montează contactele fixe. Contactele mobile sînt de tipul cu lamelă arcuitoare din bronz fosforos.

Cheile de comandă de tip cu came se utilizează în instalațiile de comandă, măsură și automatizare. Cuprind un ax pe care se află came din material izolant care rotindu-se odată cu axul de acționare determină separarea sau închiderea contactelor.

Microîntreruptoare. Sînt aparate de comutare utilizate în instalațiile de comandă și automatizare. Închiderea sau deschiderea contactului se realizează printr-un mecanism cu resort spiral sau cu lamelă arcuitoare.

Se fabrică în variante neprotejate sau protejate împotriva acțiunii prafului și umidității. Microîntreruptoarele se realizează atît cu acționare directă cît și cu acționare prin elemente cinematice (rolă, pîrghie, bilă etc.). Se execută de asemenea în variante normal acționate sau normal neacționate, cum și în grupuri de unul sau două aparate.

Limitatoare de cursă. Se utilizează în instalațiile electrice de automatizare. Se execută în două variante constructive: pentru circuite primare și pentru circuite secundare.

Din punctul de vedere al mediului de stingere a arcului se disting: limitatoare cu contacte în aer și limitatoare cu contacte în ulei; din punctul de vedere al modului de acționare se realizează: limitatoare de cursă cu șurub și limitatoare de cursă cu buton; din punctul de vedere al timpului de acționare se deosebesc: limitatoare instantanee și limitatoare cu temporizare.

Limitatoarele de cursă se execută în diferite grade de protecție, pentru diferite medii în care lucrează.

Lămpi și casete de semnalizare. Se utilizează pentru semnalizarea luminoasă pe panouri și tablouri de comandă a poziției de funcționare a aparatelor de comandă, pentru a indica situația normală sau anormală din instalația supravegheată.

Se execută în mai multe variante constructive: lămpi normale, lămpi cu transformator și casete de semnalizare.

Se utilizează lămpi cu filet Edison sau baionetă, cu unul sau două contacte de fund. Geamul protector poate fi clar sau colorat (galben, roșu, verde).

Hupe și sonerii de semnalizare. Se utilizează pentru semnalizarea acustică a diferitelor stări de avarii ce pot surveni într-o instalație. Se realizează în mai multe tipuri constructive: hupe sau claxoane, sonerii sau clopote. Funcționarea hupelor se bazează pe vibrația unei lămpi în fața unui electromagnet, utilizîndu-se de regulă pentru a semnaliza declanșarea întreruptoarelor automate.

Soneriile se construiesc în mai multe variante: sonerie industrială utilizată pentru semnalizarea întreruperii unui proces automat sau semnalizării preventive și clopote de semnalizare utilizate de regulă în hale industriale.

Conectoare și cleme de șir. Se utilizează la efectuarea legăturilor electrice în tablouri și panouri. Se execută pentru diferite secțiuni ale conductoarelor și pentru număr diferit de conectoare care se înșiră pe punte.

Relee. În general prin relee se înțeleg acele elemente la care mărimea de ieșire își modifică starea inițială atunci

cînd mărimea sau mărimile de intrare variază în anumite limite.

Releele pot fi electromagnetice — cu contacte, electronice — fără contacte, termice, statice, de gaze ș.a.m.d. Prin combinarea acestor relee simple sînt realizate și relee mai complexe care pot efectua anumite automatizări sau protecții speciale.

Releele intermediare se întrebuințează în instalațiile de automatizare, semnalizare și protecție, în cazul în care numărul sau capacitatea de comutare a contactelor din schemă nu sînt suficiente, sau atunci cînd este necesar să se obțină o mică întîrziere în acționare. Se poate deci afirma că ele pot fi folosite ca elemente amplificatoare cu funcționare discontinuă (diferind în funcție de schema aleasă).

Pot avea mai multe contacte normal închise, normal deschise, sau comutatoare. Reținerea, pe una din poziții, se poate face fie mecanic (prin zăvorîre), fie cu ajutorul unui electromagnet de acționare.

Bobinele releelor pot fi alimentate în curent continuu sau alternativ.

Funcție de destinație, se pot realiza în variante cu acțiune instantanee sau temporizată. Legăturile electrice ale lor pot fi realizate prin borne cu șuruburi de legătură, prin lipire, sau prin sistem fișe-priză. Ele se montează aparent pe panouri și pot fi conectate în instalații, în două moduri: prin față sau prin spate (cu ajutorul prezoanelor).

Funcționarea lor este asigurată de regulă în cadrul panourilor închise (sau dulapurilor), care le asigură o protecție contra prafului, aburului, gazelor și picăturilor de apă, cît și condiții de lucru, cuprinse între limitele —5°C și +35°C. Se pot executa atît pentru condiții normale de lucru, cît și pentru mediu TH.

Releele intermediare se compun dintr-un circuit magnetic și sistemul de contacte. Bobinajele pot fi executate pentru următoarele tensiuni: 12, 24, 36, 48, 110, 220, și 380 V_{ca} și V_{cc}.

În ciuda faptului că sînt de concepție mai veche, releele de tip RI3 sînt frecvent întrebuințate și în cadrul schemelor de automatizare și acționări electrice. Ele pot

avea 4,6 sau 8 contacte normal închise sau deschise, cu rupere dublă.

Tensiunea maximă pe contact este de 400 V, iar curentul maxim de conectare este de 5 A timp nelimitat.

Timpul de acționare al contactelor este de maximum 40 ms, iar tensiunea minimă de acționare 0,8 U_n. Curentul maxim al contactelor este de 5 A. Spre deosebire de acest tip, releele de tip RI4, RI5, RI8, RI9, RI10 și RI13, pot avea atît contacte normal închise, deschise cît și comutatoare.

Releele tip RI8 și RI9 se execută în mai multe variante, care diferă în funcție de tensiunea nominală, rezistența bobinei, numărul de contacte și tabelul de combinații.

Releul RI10C cuprinde în plus și un dispozitiv suplimentar de semnalizare a poziției contactelor (acționat-revenit).

Un releu mai deosebit este cel de tipul RI7, care este format dintr-un releu de tip RI3, avînd șapte contacte cu rupere dublă, un sistem de blocare mecanică a armăturii releului în poziția finală și un electromagnet pentru deblocarea releului. Sînt două bobine dintre care una servește pentru acționat, iar cea de a doua pentru deblocare. Gabaritul: 145×89×134 mm.

Releele de tipul RI3T se compun dintr-un releu RI3 cu patru contacte (două contacte normal deschise și două contacte normal închise), cu rupere dublă și un dispozitiv de temporizare cu mecanism de orologerie. Temporizarea poate fi reglată continuu în game ale căror limite sînt cuprinse între 0,5 și 20 s.

Frecvența maximă a acționărilor, în limita permisă de gama de temporizare, nu poate depăși 1 200 conectări/h.

Releele de timp, întrebuințate în automatizări, pot fi comandate fie mecanic, de exemplu de către un mecanism de ceasornicărie (tipul RTpa5), fie de către un motor sincron (tip RTp7), fie de un dispozitiv electronic (tipurile RTT1 la RTT4). Toate tipurile pot avea temporizare, fie la acționare, fie la revenire.

Releele de timp RTpa5 sînt compuse dintr-un circuit magnetic cu mecanism de orologerie care realizează tem-

porizarea, avînd contacte instantanee, temporizate și alunecătoare, scală, indicator de funcționare, soclu și priză. Se construiesc în gama de temporizare de 1,3 s, 3,5 s, 9 s și 20 s.

Releele de tipul RTp7 au două variante constructive: RTpa7 (cu temporizare la acționare) și RTpr7 (cu temporizare la revenire).

Releele sînt de tip fișă, avînd ca bază de timp un motor sincron și următoarele elemente principale:

— un circuit magnetic de tip clapetă pentru curent continuu;

— un redresor pentru alimentarea electromagnetului;

— un sistem de contacte, format din patru contacte comutatoare, cu dispozitiv de selectare a contactelor temporizate (restul de contacte putînd fi cu acționare instantanee);

— un mecanism de demultiplicare;

— mecanismul de comutare a gamelor.

Montarea releului se face cu placa de bază în poziție verticală.

Limitele gamelor de temporizare variază între 6 s și 6 h.

Releele de timp tranzistorizate realizează la ieșirea lor, comutarea sau deschiderea unor contacte după un timp ce poate fi reglat continuu, de la 0,1 s pînă la cîteva ore. Se fabrică în mai multe variante ce diferă între ele după gama de temporizare, temperatura mediului în care pot funcționa și grupele de contacte la ieșirea releului.

Alimentarea releelor de curent continuu se face de regulă de la un bloc redresor special.

Releele de semnalizare se utilizează în instalațiile de semnalizare și de automatizări pentru controlul funcționării acestora. Ele semnalizează optic, printr-o clapetă și electric, prin închiderea unui circuit de alarmă, apariția sau dispariția curentului, sau tensiunii, în circuitul pe care îl controlează. Poziția clapetei și starea electromagnetului pot diferi la variantele existente.

Conectarea releelor poate fi făcută fie prin față, fie prin spatele panoului.

Releele se construiesc cu semnalizare fie la acționare, fie la revenire și pot fi de curent, sau de tensiune.

Releele de protecție tip RC2, RT3 și RT4, fac parte din grupa releelor secundare instantanee de protecție, pentru a acționa atunci cînd mărimea controlată depășește o valoare maximă, sau scade sub o valoare minimă. Ele pot fi construite pentru controlul curentului, sau tensiunii, acțiunea lor putînd fi instantanee, sau temporizată.

Se construiesc numai pentru curent alternativ în următoarele variante funcționale:

RC2 — releu maximal de curent;

RT3 — releu maximal de tensiune;

RT4 — releu minimal de tensiune.

Contactele auxiliare sînt de tipul: un contact normal deschis și un contact normal închis.

Variantele de curent și tensiune se pot forma combinînd în serie, sau în paralel, două bobine de același fel.

4.9. Aparate pentru automatizări fabricate în R. S. România

4.9.1. *Aparate fabricate de întreprinderea de elemente pentru automatizări (IEA)*

Programul de fabricație al IEA cuprinde următoarele categorii principale de produse:

— elemente de automatizare, analogice, de tip electronic și pneumatic;

— elemente electronice de comutație statică;

— elemente electronice pentru comutație dinamică;

— echipamente electronice pentru centralizarea datelor.

Elementele de automatizare analogice, asimilate pe baza licenței firmei japoneze Hokusin Electric Works, fac parte din sistemul electronic unificat ε — line. Produsele se disting printr-o concepție constructivă modernă, performanțe ridicate, fiind complet tranzistorizate. Elementele de automatizare analogice sînt destinate proceselor lente și permit realizarea celor mai variate tipuri de instalații de măsură, control, comandă și reglare pentru presiuni, temperaturi, debite, nivele, umiditate, conductibilitate, *p*H, concentrații etc.

Aparatura locală cuprinde detectoare, adaptoare și traductoare, realizate în construcții compacte și robuste, ce pot funcționa în spații neacoperite și la diverse condiții de mediu ambiant; aparatura centrală cuprinde aparate de panou și de perete, indicatoare și înregistratoare electronice cu autoechilibrare, regulatoare electronice continue și discontinue, elemente de calcul, programatoare etc.; Aparatura auxiliară cuprinde elementele de semnalizare, de referință, de comandă manuală, de limitare și altele. Sistemul unificat utilizează un semnal în gama 2—10 mA cc, avînd o rezistență internă pînă la 3 kΩ, și un timp de răspuns pînă la 5 s.

Majoritatea aparatelor au posibilitatea de efectuare a unor funcțiuni suplimentare, fără a afecta precizia de funcționare. La unele aparate se poate realiza o construcție care funcționează în bune condiții și în medii antiexplozive. Ansamblul aparaturii permite realizarea unor scheme echipate cu aparate din sistemele unificat și neunificat, avînd în acest mod un important avantaj chiar în cazul extinderilor.

Termocupluri și termorezistențe

Termocuplurile tehnice fabricate de IEA servesc pentru efectuarea unor măsurări de temperatură în condiții de montare și funcționare normale. Gama de temperatură în care poate fi montat un termocuplu (privind joncțiunea de referință) este cuprinsă între 10°C și 45°C.

Conectarea termocuplurilor se face prin milivoltmetre.

Aliajele din care se fac termocuplurile sînt:

— fier-constantan;

— cromel-alumel;

— platin-rhodiu.

Termorezistențele tehnice realizate la IEA pot fi în construcție normală sau specială.

Termocuplurile și termorezistențele sînt aparate a căror precizie depinde de modul în care sînt montate și exploatate. De aceea se recomandă ca montarea și manipularea să se facă corect și numai în locuri în care influența condițiilor exterioare este minimă (temperatură, presiune).

Pentru înlăturarea influențelor exterioare se utilizează o teacă de protecție, al cărui material se alege în funcție de calitatea fluidului în care funcționează.

Este necesar să se respecte cu stricteţe lungimea de imersie, cunoscînd că variația acesteia poate conduce la erori de măsurare mergînd pînă la 15%.

Traductorul de presiune — AT-10 ELT-370. Traductorul convertește semnalele de presiune cuprinse în gama 0—350 kgf/cm², în semnal unificat electronic, în gama 2—10 mA.

Aparatul este format dintr-un detector de presiune cu tub Bourdon și un adaptor electronic, montate în carcase distincte.

Sub acțiunea presiunii aplicate la intrare, elementul sensibil din detector se deformează elastic, acționînd prin intermediul unui mecanism cu pîrghie, asupra rotorului unui mecanism magnetic.

Semnalul care se obține este redresat, amplificat iar apoi introdus într-un etaj amplificator de putere, la ieșirea căruia se obține un semnal unificat, proporțional cu valoarea presiunii aplicate detectorului.

Aparatul poate fi realizat în variantă etanșă sau antiexplozivă, pentru fluide corozive, sau neutre.

Indicatorul-compensator automat (E.10, ELR.10). Servește pentru indicarea cu precizie ridicată în instalațiile de reglare automată, care lucrează cu semnal unificat. Aparatul mai poate primi și o serie de funcțiuni suplimentare, care transmit la ieșire diverse semnale (reglări bipoziționale, semnal pentru regulatoare etc.).

În funcție de parametrul măsurat, adică de elementul sensibil cu care se combină la intrare, indicatoarele se pot executa în mai multe variante constructive.

Funcțiunile suplimentare care se pot monta pe aparat sînt:

— C — transmiterea semnalului de eroare;
— M.1 — transmiterea semnalului de depășirea limitei superioare;
— M.2 — idem, la depășirea limitei inferioare;
— M.3 — idem, la depășirea ambelor limite;
— K.1 — semnalizare la depășirea limitei superioare;
— K.2 — semnalizare la depășirea limitei inferioare;
— T.s — transmiterea semnalului de referință;

— T — transmiterea semnalului proporțional cu valoarea indicată;
— I — transmiterea semnalului pt. comandarea elementelor de integrare;
— B.1 — semnalizare la întreruperea circuitului de intrare;
— Q — transmiterea semnalului pentru compensarea variației de presiune;
— R — extragerea rădăcinii pătrate din semnalul de intrare.

Indicatoarele construite de IEA cuprind două familii.
— indicatoare pentru semnale neunificate (E.10);
— indicatoare pentru semnale unificate (ELR. 10);

La indicatoarele pentru semnale neunificate, semnalul de intrare este comparat cu o tensiune sau rezistență variabilă, proporțională ca valoare cu valoarea instantanee a mărimii indicate de aparat. Comparația se face prin metoda potențiometrică sau a punții Wheatstone. Echilibrarea automată se realizează de către un servomotor comandat de modulatorul magnetic, care face parte dintr-un amplificator de curent continuu, la care se aplică semnalul de eroare.

Indicatoarele pentru semnale unificate funcționează similar, avînd în locul modulatorului magnetic un amplificator de curent continuu cu chopper, la frecvența de 1 000 Hz.

Metoda compensării automate conduce la o precizie ridicată și la o bună stabilitate față de factorii perturbatori. Datorită caracterului lor de aparate de măsurat, aparatele indicatoare sînt supuse anual verificărilor metrologice.

Pentru asigurarea unei bune funcționări montarea lor se va face numai pe panouri verticale, în locuri ferite de vibrații și mediu lipsit de praf.

Din această gamă fac parte:
— E 010 — indicator pentru termocupluri;
— E 110 — indicator pentru termorezistență cu trei fire;
— E 510 — indicator pentru semnale de tensiune continuă;
— E 710 — indicator pentru detector de umiditate;
— ELR 10 — indicator electronic pentru semnal unificat.

La alegerea tipului de indicator se va ţine seama de aparatul de la care se primeşte semnal (termocuplu, termorezistenţă etc.).

Înregistratorul electronic — *E.35, E.36, E.45, ELR. 35, ELR. 36, ELR. 45, ELR. 46.* Gama înregistratoarelor cuprinde un mare număr de tipuri şi variante, cu funcţiuni suplimentare diferite, putînd realiza în acelaşi timp cu înregistrarea semnalului şi transmiterea acestuia pentru regulatoare.

Ca şi în cazul indicatoarelor, gama aparatelor cuprinde două familii:

— înregistratoare pentru semnale neunificate (de la termocupluri sau termorezistenţe);

— înregistratoare pentru semnale unificate (2—10 mA).

La cele pentru semnale neunificate, semnalul de intrare este comparat cu o tensiune, sau rezistenţă variabilă, a cărei valoare este proporţională cu valoarea instantanee a mărimii indicate de aparat.

Comparaţia se realizează prin metoda potenţiometrică, sau prin metoda punţii Wheatstone.

Semnalul de eroare este aplicat unui amplificator de curent continuu, al cărui prim etaj este un modulator magnetic, care comandă un servomotor, ce deplasează mecanismul de indicare. Şi la acest tip de aparate, utilizarea metodei de compensare automată conduce la o precizie ridicată şi o bună stabilitate faţă de factorii perturbatori.

Înregistratoarele pentru semnale unificate funcţionează similar, utilizînd însă în locul modulatorului magnetic un amplificator de curent continuu cu chopper, la 1 000 Hz.

Seriile constructive de bază cuprind următoarele tipuri:

— E.35 — înregistrator miniatură, cu o peniţă pentru semnal neunificat;
— ELR.35 — înregistrator miniatură, cu o peniţă pentru semnal unificat;
— ELR.45 — înregistrator miniatură, cu două peniţe, pentru semnal unificat;
— E.36 — înregistrator cu o peniţă, pentru semnal neunificat;
— ELR.36 — înregistrator cu o peniţă, pentru semnal unificat;

— E.36A — înregistrator pentru semnal neunificat cu imprimare în 12 puncte;
— ELR.36A — înregistrator pentru semnal unificat, cu imprimare în 12 puncte;
— E.46 — înregistrator cu două peniţe, pentru semnal neunificat;
— ELR.46 — înregistrator cu două peniţe, pentru semnal unificat.

Funcţiunile suplimentare ale acestor aparate, pot fi:

— M.1 — semnalizare la depăşirea limitei superioare;
— M.2 — semnalizare la depăşirea limitei inferioare;
— M.3 — semnalizare la depăşirea limitei superioare şi a limitei inferioare;
— K.1 — semnalizare la depăşirea limitei superioare (fără evidenţierea poziţiei);
— K.2 — semnalizare la depăşirea limitei inferioare (fără evidenţierea poziţiei);
— K.3 — semnalizare la depăşirea limitei superioare şi a limitei inferioare (fără evidenţierea poziţiei);
— S.1 — semnalizare la depăşirea limitei superioare (pentru aparatele cu imprimare în puncte);
— S.2 — semnalizare la depăşirea limitei inferioare (pentru aparatele cu imprimare în puncte) (E.35, E.36, E.46, ELR.35, ELR.36, ELR.45, ELR.46);
— S.3A—S.3B — semnalizare la depăşirea limitei superioare şi a limitei inferioare (pentru aparatele cu imprimare în puncte) pe circuite separate, sau comune;
— C — transmiterea semnalului de eroare;
— Ts — transmiterea semnalului de referinţă;
— T — transmiterea semnalului proporţional cu valoarea indicată;
— I — transmiterea semnalului pentru comandarea elementului totalizator de debit;
— H — transmiterea semnalului pentru comandarea regulatorului bipoziţional în mai multe puncte;
— B.1—B.2 — semnalizare la întreruperea circuitului de intrare;
— Q — transmiterea semnalului pentru corecţia debitului în funcţie de presiune;
— D.1—D.2 — două domenii de măsurare, cu comutarea automată a domeniului;
— R — extragerea rădăcinii pătrate din semnalul de intrare.

Înregistratoarele trebuie montate pe panouri verticale, în locuri lipsite de vibrații și mediu lipsit de praf. Scara lor poate fi liniară sau patratică.

Întrucît sînt aparate de măsurat, trebuie verificate metrologic periodic.

Alegerea lor trebuie făcută în funcție de domeniul de măsurare necesar.

Dintre variante menționăm:

E.035, E.036, E.036A, E.046 — pentru termocupluri;
E.135, E. 136, E.136A, E.146 — pentru termorezistențe;
E. 535, E. 536, E.536A, E.546 — pentru pirometre sau alte surse de tens. continuă;
E. 735, E. 736 — pentru detectoare de umiditate;
E.910, E.935, E. 936 — înregistratoare electronice specializate.

Înregistrarea pe diagramă (împăturită sau roluită), se face prin imprimări succesive de puncte de culori diferite.

Unele înregistratoare au posibilitatea de a realiza și compensarea automată a temperaturii joncțiunii de referință.

Regulatorul electronic continuu *(ELC. 111, ELC. 113, ELC. 111A, ELC. 113A).* El poate funcționa atît în bucle echipate cu aparatură din sistemul unificat, cît și în cele ale sistemului neunificat. Funcțiunile de reglare PI sau PID sînt realizate între limite și în trepte de variație.

Prin intermediul unor dispozitive încorporate se poate face și comanda manuală, permițînd trecerea fără șocuri în instalația tehnologică, din regimul automat în cel manual.

Aparatele mai sînt dotate cu sursă de curent continuu stabilizată, pentru alimentarea funcțiunilor auxiliare, comutator DIR—INV, care schimbă polaritatea semnalului de intrare, instrument indicator al semnalului de ieșire și dispozitiv de comandă manuală.

Funcționarea aparatului are la bază procesul de amplificare, și prelucrare a semnalului de eroare, oferind la ieșire un semnal unificat (cu acțiune PI sau PID) pentru comandarea elementului de execuție. Regulatorul ELC 113 este prevăzut în plus față de ELC. 111 cu un dispozitiv propriu de prescrierea semnalului de referință putînd fi

astfel folosit în buclele fără aparate înregistratoare sau indicatoare.

Reglarea discontinuă este asigurată de aparate din seria ELX sau X, permiţînd reglaje bipoziţionale şi tripoziţionale ale unuia sau a mai multor parametri, faţă de o valoare de referinţă fixă sau variabilă.

Locul de montare al aparatelor trebuie să fie ferit de vibraţii, praf, vapori, căldură.

Elemente de calcul. În cadrul proceselor industriale sînt necesare de multe ori elemente de calcul analogice, destinate combinării mai multor parametri, pe baza unor formule algebrice.

Elementul de adunare—scădere ELX.210 este destinat executării de adunări sau scăderi a maximum patru semnale unificate de 2—10 mA_{cc}, furnizînd la ieşire tot un semnal unificat de 2—10 mA_{cc}, corespunzător operaţiei efectuate.

El este realizat prin combinarea unor module tipizate, efectuînd operaţiile pe baza formulei:

$$I_0 = \pm K_1 \cdot i_1 \pm K_2 \cdot i_2 \pm K_3 \cdot i_3 \pm K_4 \cdot i_4.$$

Extractorul de radical ELX. 220 este destinat utilizării în instalaţiile industriale de măsurare şi reglare a debitelor permiţînd convertirea semnalului de ieşire al traductoarelor de presiune diferenţială într-un semnal proporţional cu debitul măsurat.

Aparatul furnizează un semnal proporţional cu rădăcina pătrată a presiunii diferenţiale, care se trimite la regulator. Ca urmare, el se montează în buclele de reglare automată între traductoarele de presiune diferenţială şi regulatoare.

Din punctul de vedere al construcţiei, aparatul este constituit din următoarele blocuri funcţionale:

— circuitul de aproximare a rădăcinii pătrate;

— circuitul de stabilire a punctului de zero;

— blocul amplificator de curent continuu, de tip chopper; atît semnalul de intrare, cît şi cel de ieşire sînt semnale unificate.

Valoarea semnalului de la ieşire, este dată de ecuaţia:

$$I_{ieş.} = K\sqrt{I_{intr.} - 2} + 2 \qquad [mA].$$

Elementul de înmulțire — împărțire ELX.230 — permite înmulțirea împărțirea sau simultan înmulțirea și împărțirea a două sau trei semnale (de la intrare), furnizînd la ieșire un semnal tot în gama 2—10 mA, corespunzător operației efectuate.

Se mai pot face și înmulțiri repetate ale unui semnal, adică ridicarea la pătrat, combinată cu împărțirea.

Atît semnalul de intrare, cît și cel de ieșire sînt semnale unificate.

Formula de calcul pentru curentul de ieșire este:

$$I_{ies.} = \frac{K_1 (X-2)(Y-2)}{K_2 (Z-2)} + 2 \qquad [\text{mA}]$$

unde X, Y, Z sînt semnale de intrare, iar K_1, K_2 — *coeficienți funcționali.*

Convertorul electropneumatic *ELA 104* are rolul de a converti semnalul electric de 2—10 mAcc, sau 4—20 mA cc, în semnale pneumatice proporționale, în gama 0,2—1 kgf/cm^2.

El se compune dintr-un electromagnet polarizat de curent continuu și compartimentul pneumatic, care este format dintr-un sistem duză-clapetă, un releu pneumatic și reacția negativă.

Sub acțiunea curentului de la intrare, armătura electromagnetului se deplasează, schimbînd secțiunea de curgere a aerului, modificînd astfel presiunea aerului.

Convertorul tensiune-curent *ELX. 120* servește pentru conectarea în sistemul unificat a unor aparate care lucrează cu semnal de tensiune. Tensiunea continuă culeasă de pe rezistența de intrare, este aplicată unui amplificator de curent continuu de tip chopper, iar după amplificare și demolare, este aplicată unui etaj final.

La ieșirea convertorului se obține un semnal de 2—10 mA cc, care variază proporțional cu semnalul de intrare, de 0,4—2 V.

Programatorul ciclic discontinuu *PIA 170* este destinat să furnizeze comenzi bipoziționale secvențiale temporizate într-o ordine și de durată prestabilite. El conține 2—12 microîntreruptoare cu pîrghie acționate de came reglabile, antrenate de un motor sincron; este realizat sub forma

unui cadru rigid, pe care sînt montate separat microîntreruptoarele, axul cu came şi motorul cu reductor încorporat. Arborele cu came, antrenat de axul reductorului printr-un cuplaj se poate demonta prin rotirea lagărelor.

Prin rotirea a două discuri ce compun cama, se realizează suprapunerea unor zone şi deci ciclul dorit. După reglarea duratelor şi succesiunilor pe fiecare canal, întregul pachet de came se blochează pe ax cu ajutorul unei piuliţe striate.

Fiecare camă poate avea cîte un contact normal închis şi un contact normal deschis.

Durata unui ciclu poate varia pînă la 24 h, putînd fi reluat (după voie). Pentru reluarea ciclului este necesar a se trece alimentarea motorului printr-unul din microîntreruptoarele încorporate.

4.9.2. *Aparate fabricate de Intreprinderea de elemente pneumatice pentru automatizări şi măsură (Bîrlad)*

Intreprinderea de elemente pneumatice pentru automatizări şi măsură din Bîrlad produce o gamă largă de aparate pentru automatizări, al cărui agent este aerul sub presiune.

Necesitatea de a putea lucra în bune condiţiuni în mediu care prezintă pericol de incendiu sau explozie, a impus apariţia aparatelor pneumatice. Din această cauză o serie de automatizări din multe ramuri industriale se realizează cu aparatură pneumatică, care prezintă un grad mai mare de siguranţă în exploatare.

În cazurile în care este necesar ca aparatele să se alimenteze şi cu tensiune electrică (220 V, 50 Hz, pentru motoare de acţionare), cablurile de alimentare sînt separate, ele fiind trase prin conducte distincte. Datorită construcţiei lor, aceste aparate sînt sigure, robuste, prezintă o protecţie ridicată, avînd totodată şi un grad de uzură mai mic în timp.

Din cauza presiunii scăzute a aerului de alimentare, conductele se realizează cu uşurinţă.

Aparatele sînt fabricate după licenţa KENT—TIEGHI, putînd fi executate şi pentru condiţii climatice TH3.

Regulatorul cu indicarea abaterii *TIP F-AB.* Aparatul este destinat pentru obținerea unei variații continue a presiunii aerului comprimat, în domeniul 0,2-1bar, în scopul comandării unui element de execuție sau altui aparat din sistemul de reglare, cu scopul menținerii unei mărimi reglate la o valoare cerută de necesitățile procesului tehnologic.

Reglarea se poate face după una din următoarele legi: P, PI, PD, PID.

Aparatele mai permit și indicarea valorilor abaterilor, a mărimii prescrise și a mărimii de comandă.

Principalele caracteristici sînt:

— presiunea aerului de alimentare	1,4±0,14 bar;
— mărimile de intrare și ieșire	0,2—1 bar;
— precizia de indicare	0,5%;
— precizia de reglare	0,5%;
— limitele temperaturii ambiante	—20°C la +60°C;
— umiditatea relativă	65%±20%;

— scara aparatului poate fi liniară sau pătratică.

Regulator cu indicare *TIP F-BB.* Aparatul este destinat pentru obținerea unei variații continue a presiunii aerului comprimat în domeniul 0,2—1 bar, conform legilor de reglare P, PI, PD, PID.

El realizează menținerea unei mărimi la o anumită valoare, făcînd posibilă și acționarea unui element de execuție. Permite indicarea valorii mărimii reglate, a celei prescrise și a mărimii de comandă.

Principalele caracteristici ale acestui tip de aparat sînt asemănătoare cu cele ale regulatorului F-AB.

Indicator de abatere *TIP F-DA.* Aparatul folosește pentru indicarea valorii unui semnal pneumatic.

El poate servi pentru indicarea directă a unui semnal pneumatic, sau cu ajutorul unui astfel de semnal pentru indicarea indirectă a unei alte mărimi convertită în semnal pneumatic. Mai poate indica și diferența a două semnale externe.

Caracteristicile tehnice ale acestui tip de aparat sînt:

— presiunea de alimentare pneumatică 1,4±0,14 bar;
— valoarea presiunii mărimii de intrare 0,2—1 bar;
— scara aparatului poate fi liniară sau pătratică.

Indicator de abatere *TIP F-DB.* Se folosește tot pentru indicarea valorii mărimii semnalului pneumatic cuprins între 0,2 și 1 bar. Spre deosebire de tipul F-DA, poate avea unul, două, sau trei elemente indicatoare.
Pe fiecare semnal pneumatic se pot monta elemente de semnalizare de maxim sau minim.

Principiul de indicare are la bază variația dimensiunilor unui burduf alimentat de aer sub presiune, variație amplificată de un sistem de pîrghii și tije ce transmit mișcarea acului indicator.

Presiunea aerului de alimentare este de $1,4 \pm 0,14$ bar. Precizia de indicare 0,5%.

Semnalizările de minim și maxim se realizează cu ajutorul unor presostate.

Înregistrator continuu *TIP F-RB.* Este folosit pentru înregistrarea continuă a datelor și poate avea pînă la trei peniță.

Deoarece prin funcția sa poate permite reprezentarea grafică a unei mărimi, poate fi folosit și pentru acordarea regulatoarelor.

Acționarea peniței se face cu servomotoare de tip pneumatic. Servește totodată și ca indicator, avînd în partea dreaptă a aparatului scările verticale de-alungul cărora culisează acele indicatoare fixate pe penițele respective.

Pentru acționarea motoarelor pneumatice se folosește un generator de impulsuri.

Poate fi dotat cu contacte de semnalizare pe fiecare peniță.

Înregistrator cu selector *TIP F-SB.* Aparatul este folosit pentru înregistrarea mărimilor convertite în semnale pneumatice unificate. El este echipat cu un element de selecție format dintr-un comutator cu cinci căi, acționat prin butoane, permițînd astfel selectarea celor cinci mărimi de înregistrat (semnale pneumatice de 0,2—1 bar).

În mod similar cu tipul F-RB, aparatul poate permite și indicarea valorii mărimii înregistrate.

Acționarea motorului pentru antrenarea benzii poate fi făcută și electric.

Aparat pentru fixarea manuală a raportului *TIP F-EB*. El generează un semnal de ieşire cuprins în gama 0,2—1 bar, care se află într-un raport anumit cu semnalul de intrare al aparatului. În afara indicării raportului, aparatul mai poate indica şi mărimile de intrare şi ieşire.

Aparatul poate fi dotat şi cu microîntreruptoare de semnalizare a modului de funcţionare. Alimentarea aparatului se face tot cu aer cu presiunea de 1,4±0,14 bar.

Domeniul de fixare a raportului variază între 0,10 şi 10 liniar sau 0,3 la 3 pătratic.

Integrator cu indicare *TIP F-IB*. Aparatul serveşte la integrarea unui semnal pneumatic unificat, variabil în domeniul 0,2—1 bar. El permite totodată şi citirea valorii mărimii de intrare.

Din punct de vedere constructiv, aparatul se compune dintr-un mecanism de integrare discontinuă cu palpator, care este acţionat de un motor electric sincron. Afişarea rezultatului operaţiei de integrare se face numeric, la un sumator cu şase cifre.

Integratorul poate fi liniar, sau pătratic.

Programator *TIP F-CA*. Acest programator se foloseşte pentru a obţine la ieşire un semnal pneumatic unificat, în domeniul 0,2—1 bar, variabil după o lege dinainte stabilită, a cărei transpunere se află pe o camă din plexiglas.

Viteza de rotaţie a camei variază de la 15 min la 24 h pentru o rotaţie.

Presiunea este amplificată, efectele variaţiei presiunii de alimentare fiind compensate automat.

Precizia lui este de 0,5%.

Alimentarea motorului de antrenare este electrică.

Cama poate avea rotaţie continuă, sau se poate opri automat la sfîrşitul programului. Scara poate fi liniară sau pătratică.

Aparatul poate avea pînă la cinci contacte de semnalizare.

Aparat pentru reglarea manuală *TIP F-CB*. Se foloseşte pentru a genera unul sau două semnale pneumatice, în domeniul 0,2—1 bar, permiţînd totodată indicarea uneia din mărimile de comandă manuală sau a mărimilor reglate.

Precizia de indicare este de 0,5%.

Poate fi dotat şi cu lămpi de semnalizare.

Aparat de semnalizare *TIP F-PB.* Se foloseşte pentru semnalizarea depăşirii limitelor de către mărimile variabile. El se compune din presostate, microîntreruptoare şi lămpi de semnalizare.

Alimentarea acţionărilor presostatelor se face pneumatic. Ajustarea presostatelor se poate face în gama de la 0 la 100%. Presostatele acţionează microîntreruptoarele, care la rîndul lor sînt conectate la lămpile de semnalizare.

Există posibilitatea de a supraveghea un număr maxim de şase mărimi, cu ajutorul unor presostate de maxim şi minim.

Aparatele se introduc în carcase de tip F-TB şi pot fi racordate cu ajutorul racordului pliant tip F-LA.

5. Controlul tehnic al panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie de joasă tensiune şi al celor de automatizare

5.1. Organizarea activităţii de control

Unul din elementele care asigură creşterea productivităţii muncii îl constituie asigurarea calităţii produselor, putîndu-se aprecia că prin conceptul de calitate înţelegem o formă evoluată a productivităţii; aceste două noţiuni, calitatea şi productivitatea sînt complementare, în sensul că noţiunea de calitate defineşte un obiectiv, iar productivitatea determină realizarea nivelului de calitate.

Caracteristicile tehnice ale unui produs se situează între două limite:

— limita cheltuielilor determinate de valorile maxime ale caracteristicilor tehnice admise de întreprindere, care să permită o desfacere normală a producţiei;

— limita reprezentînd cheltuielile minime pe care întreprinderea le admite în vederea obţinerii caracteristicilor tehnice necesare.

Aceste două limite definesc *nivelul de calitate* al unui produs.

În tot cursul fabricaţiei, produsul este realizat în cadrul acestor limite, într-un anumit ciclu de producţie.

În acest ciclu se remarcă prezenţa permanentă a controlului de calitate, începînd cu controlul de recepţie, continuînd cu diverse etape ale controlului pe fază în cursul

procesului de producție și terminînd cu controlul final, care decide lansarea produsului pe piață.

Controlul tehnic de calitate cuprinde:

— controlul de recepție — are rolul de a verifica și a decide dacă elementele care vor intra în componența produsului finit (materii prime, subansamble, aparatură, etc.) în mod direct sau indirect, sînt conforme sau nu cu necesitățile acestuia, respectă standardele și normele în vigoare.

— controlul de fabricație (controlul pe diverse faze ale fluxului tehnologic) — are rolul să verifice în mod permanent, pe flux, realizarea produsului finit, cu scopul de a elimina la timpul oportun eventualele abateri cu repercursiuni determinate asupra calității.

— controlul final — are rolul de a verifica conformitatea produsului cu proiectul, deci cu necesitățile clientului, hotărînd astfel dacă produsul corespunde sau nu scopului propus.

Pentru aprecierea calității produselor caracteristicile de calitate se diferențiază în următoarele grupe:

— caracteristici funcționale;

— caracteristici psiho-senzoriale, tehnice și sociale;

— fiabilitatea și mentenabilitatea;

— caracteristici economice.

La îmbunătățirea calității concură o serie de factori, care influențează atît concepția produsului cît și conformanța acestuia față de prevederile documentației. Interdependența acestora poartă numele de *triunghiul calității,* conform căruia cerințele beneficiarilor (calitatea produsului) sînt satisfăcute de caracteristicile calitative ale documentației tehnice (calitatea concepției) și de caracteristicile calitative ale produsului finit (calitatea fabricației).

Caracteristicile de calitate ale produselor pot fi determinate prin următoarele moduri de control;

— controlul atributiv cu scopul de a determina încadrarea produselor în condițiile tehnice stabilite;

— controlul pe bază de măsurare, care stabilește valorile caracteristicilor produsului.

Ca metode de control se pot folosi:
— controlul bucată cu bucată;
— controlul prin sondaj;
— metode statistice de control.

Controlul poate fi făcut de muncitori specializaţi în activitatea de control, sau chiar de către executanţi (în cazul în care nivelul lor de conştiinciozitate este ridicat), în acest caz fiind denumit *autocontrol*.

Controlul de calitate nu trebuie să intervină numai în faza finală, el trebuind să fie prezent în toate etapele care hotărăsc calitatea.

Organul specializat care răspunde de calitate este *compartimentul de control tehnic al calităţii*. El este obligat să detecteze abaterile şi să conducă la luarea unor măsuri în vederea evitării pe viitor a încălcării prevederilor documentaţiei sau contractului, să studieze comportarea în exploatare a produselor livrate şi să analizeze metodele pentru îmbunătăţirea calităţii şi ridicarea nivelului calitativ al produselor.

Organizarea compartimentului de control urmăreşte realizarea următoarelor funcţii principale:

— funcţia de control propriu-zisă;

— funcţia de dezvoltare a atitudinii pentru calitate;

— funcţia de ridicare continuă a nivelului de calitate;

— funcţia de urmărire a comportării în exploatare a produselor şi de prevenire a defectelor.

În acest context, compartimentul de control trebuie să cuprindă puncte de control pe flux şi final, controlul recepţiei materiilor prime şi materialelor aprovizionate, laboratoare, compartiment de analiză a calităţii, o grupă de fiabilitate şi, de la caz la caz, şi alte activităţi.

La baza activităţii de control stau prevederile legii calităţii produselor, nr. 7/1977, lege care stabileşte condiţiile de bază ale calităţii şi documentele tehnice normative ale produselor industriale, obligatorii pentru toate unităţile. Legea stipulează totodată şi faptul că muncitorii răspund de calitatea produselor realizate şi au obligaţia să respecte cu stricteţe disciplina tehnologică, executînd operaţiile conform documentaţiei tehnice.

5.2. Aspectele economice ale controlului tehnic

Calitatea influențează aspectele economice ale activității întreprinderii în două moduri:

— efectul asupra venitului prin calitatea superioară a produselor, prețurile ferme, beneficii suplimentare;

— efectul asupra costului, prin cheltuielile bănești făcute pentru asigurarea și menținerea calității.

Echilibrul ce trebuie asigurat între costuri și valoare provine de la fiecare caracteristică a calității. Factorii care influențează costul calității se pot determina cu precizie. Prin diagrame și studierea amănunțită a acestora se pot determina metodele cele mai eficiente de micșorare a costurilor.

Cheltuielile făcute pentru îmbunătățirea calității se justifică din punct de vedere economic numai dacă rezultă în final o eficiență economică la nivelul economiei naționale, deoarece cu cît dorim o calitate mai ridicată și performanțe superioare, costurile pentru producerea și menținerea acesteia sînt mai mari.

Măsurarea și exprimarea calității produselor se face cu ajutorul următorilor indicatori:

— indicatori parțiali ai calității produselor (înscriși în normele interne);

— indicatori care exprimă ponderea produselor de calitate superioară în totalul produselor de același fel;

— indicatori de reclamații de calitate ale consumatorilor;

— indicatori pentru rebuturi.

Cheltuielile determinate de realizarea unui anumit nivel de calitate al produselor provin din următoarele costuri:

— costuri de prevenire;

— costuri de evaluare a calității;

— costurile defectelor interne;

— costurile defectelor externe.

O analiză amănunțită a acestor costuri poate conduce la realizarea unei calități superioare cu costuri reduse. Aceasta constituie obiectul gestiunii calității.

5.3. Controlul statistic, fiabilitatea şi mentenabilitatea

Controlul statistic al desfăşurării procesului de producţie are drept scop să stabilească dacă procesul se desfăşoară normal. În cadrul acestui control, se apreciază că procesul se desfăşoară normal dacă valoarea obţinută prin control se află într-un interval dinainte stabilit, numit interval de încredere sau de control. Limitele acestuia se numesc limite de control.

Controlul statistic se poate face fie prin măsurare, fie prin atribute. El se face pe baza unor diagrame de control de diverse categorii şi pe diferite criterii.

Metoda sondajelor de volum redus se aplică atunci cînd procesul de producţie are randament ridicat (nr. mare de buc), atunci cînd determinarea caracteristicilor este greoaie, sau nu se poate lua un număr mare de produse pentru probe (cazul probelor distructive).

Intervalul de timp dintre probe depinde de procesul tehnologic şi de ritmul producţiei. Urmărirea rezultatelor controlului statistic poate conduce, fie la concluzia că rezultatele corespund calităţii reale a produselor, fie uneori la faptul că unele procese tehnologice necesită un control mai exigent decît cel statistic.

Fiabilitatea este acea caracteristică a unui dispozitiv exprimată prin probabilitatea cu care el îndeplineşte o funcţie necesară, în condiţii date, pe o durată de timp dată.

Mentenabilitatea reprezintă acea proprietate a unui produs exprimată prin probabilitatea ca aceasta să poată fi întreţinut şi reparat într-o anumită perioadă de timp.

Fiabilitatea înglobează în afara probabilităţii şi noţiunile de performanţă şi misiune de îndeplinit, condiţii de funcţionare şi exploatare, timp de funcţionare prescris. Pentru realizarea corespunzătoare a unui produs trebuie să dispunem şi de informaţii asupra defectelor şi efectelor produse de acestea.

Activitatea se concretizează prin efectuarea unor acţiuni corespunzătoare de reparaţii şi servicii de întreţinere.

Evaluarea fiabilității se face cu ajutorul metodelor statistico-matematice pe baza unor observații ce se fac în faza de proiectare, de producție și de utilizare a produsului.

Controlul fiabilității loturilor de produse are la bază aceleași principii, ca și controlul de recepție. De comun acord, furnizorul și beneficiarul, corespunzător riscurilor pe care și le asumă, stabilesc condițiile în care se face controlul prin sondaj al fiabilității produselor. Disponibilitatea reprezintă de fapt măsura în care un element permite folosirea sa atunci cînd este necesar, sau probabilitatea ca un produs să fie în stare de funcționare la momentul t.

Printre metodele de ridicare a fiabilității se poate menționa metoda rezervării elementelor sau redondanță. Metoda constă în legarea în paralel a mai multor elemente de același tip, astfel ca atunci cînd se defectează un element, altul să-i ia locul, asigurînd funcționarea în continuare a produsului.

Paralel cu studiile de fiabilitate, ridicarea caracteristicilor funcționale a produselor a condus și la desfășurarea unei activități de mentenabilitate, pe baza studierii timpilor de întrerupere în funcționare, timpii de reparații, costul reparațiilor etc.

Echipele de întreținere sînt elemente hotărîtoare în realizarea mentenabilității produselor.

5.4. Aparate folosite pentru controlul circuitelor

Complexitatea schemelor electrice și de automatizări, ritmul de producere al dulapurilor și panourilor electrice, cît și cerințele de funcționare corectă și precisă a acestora au impus folosirea mai multor aparate de măsurat, verificare și control, cu ajutorul cărora să poată fi depistate rapid toate deficiențele.

Un rol important îl are controlul cu aparate și mijloace specializate, acestea fiind singurele în măsură să cuprindă larga și diversificata gamă a aparatelor utilizate în schemele electrice.

În cele ce urmează vom face o sumară trecere în revistă a caracteristicilor principalelor aparate folosite pentru verificările și controlul circuitelor.

Lampa de control. Este cel mai simplu aparat de testare rapidă a circuitelor electrice. Este formată dintr-un bec și o baterie, la bornele căreia se înseriază circuitul a cărui continuitate se urmărește.

Continuitatea circuitului este evidențiată prin aprinderea becului.

Avometrele. Sînt aparate electrice care reunesc în același ansamblu posibilități de a măsura: tensiuni de la 1 V la 1 000 V, curenți de la 1 mA la 10 A, rezistențe de la 1 Ω la 1 MΩ. Aparatul este format dintr-un cadru magnetoelectric și o serie de circuite aferente diferitelor game de măsură care se comută cu ajutorul unui comutator, sau borne cu jacuri. Pentru măsurarea rezistențelor, ca sursă de tensiune se folosește o baterie (1,5÷4,5 V).

Se întrebuințează în cadrul laboratoarelor electronice și electrice și în toate măsurările care necesită o precizie mare de măsură.

Megohmmetrul. Este aparatul care se folosește la măsurarea rezistenței de izolație a instalațiilor și aparatelor electrice. Poate fi folosit în condiții de laborator sau de teren.

Curentul continuu necesar măsurării rezistenței de izolație se obține de la un magnetou (la tipul vechi) sau de la un convertor cu transformator, într-o schemă cu două tranzistoare în contratimp și cu diode redresoare.

Tensiunea obținută se aplică unei scheme cu logometru magnetoelectric. Valorile rezistenței măsurate se citesc direct pe una din cele două scări gradate, corespunzător tensiunii de 500 V sau de 1 000 V. Domeniul de măsură este cuprins între 500 kΩ și 100 MΩ.

Înainte de a efectua măsurarea rezistenței de izolație se verifică dacă aparatul funcționează corect, urmărind indicațiile la zero și infinit, corespunzătoare punerii în scurtcircuit a bornelor și respectiv deconectării circuitului. După aceea, aparatul se poate branșa la circuitele de măsurat.

Stația de străpungere. Se folosește pentru verificarea rigidității dielectrice a circuitelor.

Ea poate furniza o tensiune alternativă variabilă de la 0 la 5 000 V. Este formată dintr-un autotransformator care debitează pe un alt transformator ridicător. În circuitul primar al transformatorului de înaltă tensiune se află un releu maximal de curent, ce este reglat astfel ca atunci cînd consumul din secundar depășește 50÷100 mA declanșează, comutînd stația pe poziția — *STRĂPUNS* —

După ce în prealabil s-au luat toate măsurile de protecția muncii, se leagă un electrod la borna de pămînt a instalației de măsurat, iar cu celălalt electrod (legat prin intermediul unui baston electroizolant) se aplică tensiunea de încercare.

Trusa pentru verificarea aparatelor termotehnice. Servește la verificarea logometrelor, miliampermetrelor și milivoltmetrelor indicatoare și regulatoare. Trusa se folosește în scopul conectării aparatului la instalația de verificare.

În trusă sînt asigurate prin construcție tensiunile de alimentare necesare (6, 24, 110, 220, V c.c. și c.a.) cît și ieșirile și intrările mărimilor pentru aparatele de verificat ce urmează a fi conectate printr-o cuplă multicontact, ce face parte integrantă din ea.

Pe panoul frontal al trusei este realizată o schemă sinoptică, pentru verificarea corectei funcționări a reglajului la aparatele regulatoare.

Schema cuprinde circuite pentru toate variantele de reglare, puse în evidență de 8 becuri (pentru maximum 4 relee de comutare).

Ca etalonare, la trusă pot fi conectate, funcție de tipul aparatului de verificat următoarele:

- compensator pentru milivoltmetre;
- cutie de rezistență în decade pentru logometre;
- miliampermetru etalon pentru mA.

În afara aparatelor menționate, care servesc pentru verificarea calității aparatelor, se mai folosesc, funcție de specificul instalației ce urmează a fi verificată, standuri de probă echipate de regulă cu surse de alimentare, butoane, lămpi, relee, microîntreruptoare, cuple, matrice etc.,

prin care se dau diverse comenzi instalației de verificat (asemănătoare celor din funcționarea normală) urmărind modul cum reacționează instalația în aceste cazuri.

Aceste standuri sînt specifice unui anumit gen de instalații, putînd servi numai pentru scopul sau tabloul pentru a cărui verificare au fost construite. În afara preciziei pe care o conferă, standurile aduc și o însemnată economie de timp.

5.5. Verificarea dimensională și de calitate a confecțiilor metalice

5.5.1. *Verificări preliminare*

Confecția metalică are rolul de a susține aparatele și legăturile electrice, protejîndu-le totodată de factorii agresivi ai mediului ambiant (praf, pulberi conducătoare de electricitate, umiditate, căldură, foc, substanțe cu acțiune distructivă). În același timp, ea conferă o protecție a echipamentului împotriva pătrunderii corpurilor solide străine, o protecție a personalului contra atingerii pieselor interioare sub tensiune și protecția contra pătrunderii apei.

În funcție de scopul și destinația lor, confecțiile metalice pot fi:

— dulapuri;
— panouri (tablouri);
— pupitre;
— cutii;
— stelaje metalice.

În cadrul verificărilor preliminare, se urmăresc următoarele probleme:

Verificarea tipului confecției metalice. Ea trebuie să corespundă cu alegerea făcută de proiectant, din punctul de vedere al destinației (dulap, panou, pupitru, cutie, stelaj), al amplasării părților componente (cu ușă, sau fără ușă, cu ușă pe stînga sau pe dreapta, cu sau fără copertină de aerisire, cu sau fără decuparea din podea etc.).

Verificarea numărului și a poziției relative a confecțiilor metalice. Prin aceasta se înțelege că fiecare panou,

pupitru, dulap, cutie, sau atelaj metalic trebuie să fie amplasat alături de elementele prevăzute în cadrul vederii din față, sau de sus, din proiectul de execuție.

Verificarea aspectului general se realizează vizual. Panourile, pupitrele, dulapurile etc. trebuie să aibă o linie plăcută și o planeitate bună.

Planeitatea se controlează prin aplicarea pe suprafața panoului, în mai multe direcții a unei rigle metalice cu lungimea de 1 m. Valoarea maximă a săgeții (în cazul în care caietul de sarcini, norma produsului, sau memoriul tehnic al lucrării nu prevăd alte valori) se recomandă a fi între 1 și 2 mm, pe 1 m lungime.

Verificarea calității materialelor întrebuințate pentru construcția confecției metalice, a suporților și a profilelor se face în conformitate cu indicațiile desenelor de execuție.

În cazul profilelor, se va verifica și abaterea profilului de la formă. Profilele trebuie să fie drepte, neadmițîndu-se de regulă o deformație mai mare de 2 mm față de axa longitudinală.

5.5.2. *Verificarea suprafețelor vopsite*

Dezvoltarea continuă a tehnicii a condus la apariția unor furnituri și instalații, care în afara caracteristicilor tehnice obișnuite, a celor legate direct de calitate și comportare în timp, trebuie să aibă și un aspect estetic, plăcut și atrăgător. Proba care reflectă în mod direct aspectul unui ansamblu de dulapuri, sau panouri este aceea prin care se verifică modul de vopsire. Importanța acestor verificări este accentuată și de faptul că, în timpul transportului de la furnizor la beneficiar, pot apărea în multe cazuri deteriorări ale peliculei de vopsea, influențînd negativ aspectul general.

Mai întîi trebuie verificat dacă suprafețele confecțiilor metalice ce trebuie vopsite sînt netede. Acestea nu trebuie să prezinte stropi de sudură, bavuri, lovituri și nici un fel de proeminențe.

Determinarea aspectului se face de obicei cu ochiul liber și constă în verificarea amănunțită a întregii supra-

fețe vopsite. Aceasta trebuie să fie curată, lipsită de incluziuni, de materiale străine, fără scursuri, crăpături, zgîrieturi etc.

Pelicula trebuie să fie continuă și aplicată în grosime uniformă.

Examinarea culorii și a nuanței se face la lumină naturală. Acestea trebuie să fie uniforme pe toate părțile produsului. La emailurile imitație lovituri de ciocan se urmărește ca desenul de efect să fie uniform și bine conturat.

Determinarea aderenței la suport a peliculei se realizează conform STAS 3661-65.

Metoda are caracter distructiv și se bazează pe aprecierea suprafeței peliculei desprinse de suport, în urma tăierii acesteia în formă de grilă. Pe suprafața vopsită se trasează cu un cuțit bine ascuțit, 6—8 tăieturi paralele echidistante. Perpendicular pe acestea se fac încă 6—8 tăieturi identice, astfel încît suprafața capătă aspectul unei grile. Distanța între tăieturi va fi de 1 mm pentru pelicule formate dintr-un singur strat și de 2 mm pentru pelicule formate din două sau mai multe straturi. Se consideră că aderența este corespunzătoare dacă pătrățelele din spațiul grilei nu se desprind de suport.

O condiție importantă este și *grosimea stratului de vopsea*, care se verifică cu un aparat foarte sensibil, bazat pe principiul inducției magnetice.

Se mai verifică, de asemenea și *gradul de uscare al vopselei*. O vopsea bine uscată trebuie să fie lucioasă (în cazul emailurilor lucioase), iar suprafața exterioară să prezinte aspect compact și să fie dură (la atingere).

5.5.3. *Verificarea suprafețelor acoperite galvanic*

Avînd în vedere faptul că verificarea aspectului suprafețelor acoperite galvanic se face de către furnizorul dulapurilor ori al panourilor de joasă tensiune, sau automatizare, verificările ulterioare, la montaj, au ca scop în primul rînd verificarea comportării în timp a acestor acoperiri, a stabilității acestora, a rezistenței lor față de condițiile atmosferice și a păstrării integrității pe timpul transportului.

Verificarea aspectului se face vizual, la lumină de zi, sau la lămpi cu neon.

Acoperirea se consideră bună, dacă suprafaţa examinată nu prezintă nici una din următoarele deficienţe:

— depuneri arse, cu aspect mat sau rugos (provenite din densitate prea mare de curent);
— găurele provocate de degajări de gaze;
— pori proveniţi din incluziuni de impurităţi în strat;
— băşicuţe;
— strat exfoliat;
— locuri neacoperite galvanic.

În cazuri mai deosebite, determinate de condiţii climatice sau de lucru speciale, se poate face şi o verificare a grosimii de strat.

Aceasta se poate face fie cu un aparat special (prin variaţia inducţiei, într-o sondă inductivă), fie prin metoda picăturii.

Această metodă foloseşte proprietatea unor soluţii de a ataca compuşii ce au la bază ionii de Ni, Cu, Zn, Cd, Ag, Sn. În funcţie de numărul de picături utilizate pentru a se obţine pata de culoarea metalului de bază, grosimea stratului de acoperire se calculează cu formula:

$$G=(n-1)\,k,$$

unde: G este grosimea, în μm;
n — numărul de picături;
k — factorul de penetraţie, în μm.

5.5.4. *Verificarea dimensiunilor*

Se execută de obicei cu ajutorul unor instrumente precise: rigle gradate, şublere, micrometre.

Pentru a realiza în bune condiţii confecţia metalică respectivă, se impune respectarea atît a cotelor reperelor, a cotelor de montaj sau asamblare, cît şi a celor de gabarit. Executantul este obligat în acest caz să respecte toleranţele înscrise în desenele de execuţie.

În cazul în care desenele nu cuprind menţiuni speciale, privind toleranţele, abaterile limită recomandate ale cotelor pentru dimensiuni liniare sînt cele prevăzute în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1

Abateri limită pentru dimensiunile liniare ale reperelor metalice

Dimensiunea nominală, mm		De la 0,5 până la 3	Peste 3 până la 6	Peste 6 până la 30	Peste 30 până la 120	Peste 120 până la 315	Peste 315 până la 1 000	Peste 1 000 până la 2 000	Peste 2 000 până la 4 000
Abateri limită, mm	clasa fină	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8
	clasa mijlocie	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
	clasa grosolană	—	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4

Tabelul 5.2

Abateri limită pentru dimensiuni liniare obținute prin așchiere

Dimensiunea nominală, mm		De la 0,5 până la 3	Peste 3 până la 6	Peste 6 până la 30	Peste 30 până la 120	Peste 120 până la 315	Peste 315 până la 1 000	Peste 1 000 până la 2 000	Peste 2 000 până la 4 000
Abateri limită, mm	clasa fină	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8
	clasa mijlocie	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
	clasa grosolană	—	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4

În mod similar, STAS 2300-75 stabileşte abaterile limită pentru dimensiuni liniare fără indicaţii de toleranţă, obţinute prin aşchiere (tabelul 5.2). În acelaşi standard sînt stabilite şi abaterile limită pentru dimensiunile unghiulare, fără indicaţii de toleranţă, obţinute tot prin aşchiere (tabelul 5.3).

Tabelul 5.3

Abateri limită pentru dimensiuni unghiulare obţinute prin aşchiere

Lungimea laturii celei mai scurte, mm		Pînă la 10	Peste 10 pînă la 50	Peste 50 pînă la 120	Peste 120 pînă la 400
Abateri limită (clasa fină, mijlocie şi grosolană)	în grade şi minute sexagesimale	±1°	±30′	±20′	±10′
	în mm la 100 mm	±1,8	±0,9	±0,6	±0,3

Desenul de execuţie va stabili, funcţie de condiţiile de execuţie, clasa de abateri limită corespunzătoare piesei.

Producătorul stabileşte dacă dimensiunile fără indicaţii de toleranţă trebuie verificate, şi în ce proporţie, fiind răspunzător de respectarea clasei de abateri prevăzută în nota de pe desen.

Se va ţine cont şi de abaterea proprie (eroarea toleranţă) a aparatului de măsurat.

Pentru elementele definite prin dimensiuni fără indicaţii de toleranţă, abaterile de formă şi poziţie, se limitează prin valorile abaterilor limită la dimensiuni.

Indicarea pe desene a abaterilor limită pentru cotele fără indicaţii de toleranţă, se face printr-o notă generală.

5.5.5. *Verificarea formei şi a execuţiei*

Aceste verificări se vor efectua vizual şi cu instrumente de măsurat corespunzătoare, în conformitate cu prevederile documentaţiei de proiectare.

În afara verificării aspectului general, se mai fac următoarele verificări:

Verificarea curburii de îndoire a colțurilor, se face prin aplicarea pe colț și din exterior a unui șablon de tablă, avînd forma respectivă.

Verificarea realizării îmbinărilor sudate, se face prin verificarea aspectului sudurii, a curățirii oxizilor și a formei generale a cordonului de sudură. Prezența oxizilor se poate constata prin ciocănirea cordonului de sudură. Pentru sudurile în puncte, realizate prin rezistență se va verifica, ca urmele lăsate de electrozi să nu depășească suprafața tablelor. După sudură se va verifica planeitatea pieselor îmbinate.

Verificarea strîngerilor cu șuruburi și piulițe, trebuie să fie astfel făcută încît șaibele elastice (grower) să fie aplatisate. Se mai controlează numărul și poziția șuruburilor.

Verificarea poziției reciproce a reperelor care se asamblează prin șuruburi, nefiind admisă deformarea pieselor prin mijloace mecanice, în vederea potrivirii găurilor de asamblare. Jocurile dintre piese trebuie să corespundă celor prevăzute în documentație.

Verificarea realizării elementelor pentru asigurarea legăturilor de protecție prin legare la pămînt. Se va controla ca toate elementele construcției metalice, care pot fi puse accidental sub tensiune, să aibă borne pentru legătura de protecție și să fie legate la bara generală de protecție.

Locurile de legare la pămînt trebuie să fie cositorite și marcate cu semnul specific $\overline{\overline{\overline{\top}}}$ (ce se execută cu vopsea roșie pe un cerc de culoare albă, avînd diametrul de 20 mm).

Verificarea rectilinității construcției metalice în ansamblu, sau după caz a conturului poligonal ce se cere a fi realizat.

Verificarea interșanjabilității pieselor asemănătoare (casete, sertare, suporți de cuple etc.) cît și a interstițiilor dintre acestea.

5.5.6. *Verificarea gradului de protecție*

Simbolizarea gradului de protecție se face de obicei prin literele IP urmate de trei cifre caracteristice, fiecare cifră indicînd un anumit grad de protecție. Semnificațiile acestora, cît și verificările lor se fac prin metode specifice fiecăreia (în conformitate cu prevederile STAS 6588-62).

Verificarea gradului de protecție, în ceea ce privește protecția persoanelor contra atingerii părților interioare aflate sub tensiune sau în mișcare și protecția utilajului contra pătrunderii corpurilor străine solide. Acest grad de protecție este exprimat de prima cifră caracteristică ce urmează literelor IP și care poate avea valori între 0 și 6 simbolizînd următoarele:

Cifra 0, simbolizînd că utilajul este „fără protecție", nu necesită verificări din acest punct de vedere, respectiv prin construcția utilajului atingerea părților sub tensiune, a părților în mișcare și pătrunderea corpurilor solide nu este împiedicată.

Cifra 1, simbolizînd că utilajul este protejat contra corpurilor solide cu grosimi mai mari de 50 mm, poate fi verificată cu ajutorul unei bile cu diametrul de 50 mm. Protecția se consideră satisfăcătoare dacă încercînd a se introduce bila, aceasta nu vine în contact cu părțile interioare ale utilajului.

Cifra 2, simbolizînd că utilajul este protejat contra corpurilor solide cu grosimi mai mari de 12 mm, poate fi verificată cu ajutorul unui deget metalic conectat prin intermediul unei lămpi electrice (cu bec de minimum 40 V) la un pol al unei surse de tensiune, ca în fig. 5.1. La celălalt pol se conectează părțile utilajului aflate în funcționare normală sub tensiune.

Protecția se consideră satisfăcătoare dacă lampa nu se aprinde atunci cînd se face încercarea de a atinge cu degetul de control părțile interioare ale utilajului. Nu se va forța intrarea degetului. În afară de aceasta, nu se admite intrarea în interiorul utilajului a unei bile cu diametrul de 12,5 mm.

Cifra 3, simbolizînd că utilajul este protejat contra corpurilor solide cu grosimi mai mari de 2,5 mm, poate

fi verificată cu ajutorul unei sîrme rotunde de oţel, cu diametrul de 2,5 mm. Aceasta nu trebuie să pătrundă în interiorul utilajului.

Cifra 4, simbolizînd că utilajul este protejat contra corpurilor solide cu grosimi mai mari de 1 mm, poate fi

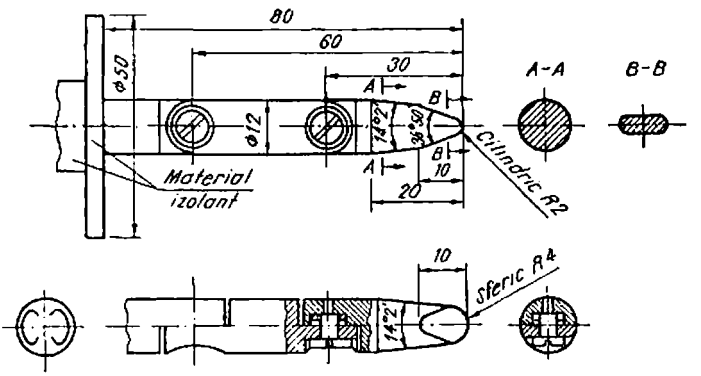


Fig. 5.1. Dispozitiv de verificare al gradului de producţie.

verificată cu o sîrmă rotundă de oţel, avînd diametrul de 1 mm. Ea nu trebuie să pătrundă în interiorul utilajului.

Cifra 5, simbolizează că utilajul este protejat parţial contra prafului. Verificarea realizării acestei protecţii se face cu un aparat (sub vid), în care după introducerea utilajului se pulverizează praf de talc. Protecţia se consideră satisfăcătoare dacă talcul pătruns în interior nu produce deranjamente în timpul încercărilor ulterioare.

Cifra 6 simbolizează că utilajul este protejat contra prafului. Ea poate fi verificată în aceleaşi condiţii ca şi cifra 5, însă după terminarea încercării, în interiorul utilajului nu trebuie să se constate pătrunderea prafului.

Verificarea protecţiei contra pătrunderii apei. Acest grad de protecţie este exprimat de cea de a doua cifră caracteristică ce urmează literele IP şi care poate avea valori între 0 şi 8 simbolizînd următoarele:

Cifra 0, simbolizînd că utilajul este „fără protecţie" nu necesită verificări din acest punct de vedere, respectiv

prin construcția utilajului pătrunderea lichidelor nu este împiedicată.

Cifra 1, simbolizează că utilajul este protejat contra picăturilor de apă de condensație, ce cad vertical.

Verificarea ei se face cu ajutorul unui rezervor cu apă amplasat deasupra utilajului, iar prin cîteva găurele se lasă să curgă picături de apă, timp de 10 minute pe utilajul de încercat. Acesta va mai fi deviat și cu un unghi de ±15° față de poziția lui normală de lucru. Protecția se consideră satisfăcătoare dacă apa pătrunsă în utilaj nu-i împiedică buna funcționare, sau dacă nu s-a adunat apă lîngă borne.

Cifra 2, simbolizează că utilajul este protejat contra picăturilor de apă ce cad sub un unghi de 15° față de verticală. Verificarea se face la fel ca la utilajele cu gradul 1 de protecție, însă scurgerea de lichid este reglată la min. 3 picături de apă pe minut, iar aparatul se înclină pînă la 15° în ambele părți.

Cifra 3, simbolizează că utilajul este protejat contra apei sub formă de ploaie. Verificarea se efectuează cu ajutorul unui dispozitiv ce constă dintr-o țeavă oscilantă la 60°, executată în formă de semicerc. Utilajul se montează sub țeavă, pe o masă rotativă, iar încercarea durează 10 min. Protecția se consideră corespunzătoare dacă apa pătrunsă în utilaj nu-i împiedică buna funcționare, sau nu s-a adunat lîngă borne.

Cifra 4, simbolizează că utilajul este protejat contra stropirii cu apă. Încercarea se face în condiții identice cu cele de la cifra 3, cu deosebire că țeava oscilantă descrie un unghi de 180° în ambele sensuri.

Cifra 5, simbolizează că utilajul este protejat contra jeturilor de apă sub presiune. Utilajul poate fi verificat supunîndu-l spălării din toate direcțiile cu un jet de apă dat de un furtun cu diametrul interior de 12,5 mm, ținut la o distanță de 3 m, timp de 15 min. Protecția se consideră satisfăcătoare dacă la sfîrșitul încercării apa pătrunsă în interior nu împiedică buna funcționare a utilajului, sau dacă nu s-a adunat apă lîngă borne.

Cifra 6 simbolizează că utilajul este protejat împotriva condițiilor de pe puntea navelor. Verificarea poate fi făcută supunînd utilajul la un jet de apă dat de un fur-

tun cu diametrul de 25 mm ținut la o distanță de 5 m de utilaj, timp de 15 min, din toate direcțiile. Protecția se consideră satisfăcătoare dacă la sfîrșitul încercării nu a pătruns apă în utilaj.

Cifra 7 simbolizează că utilajul este protejat contra efectelor imersiei în apă. Verificarea se face prin scufundarea utilajului în apă la o adîncime de 1 m, timp de 30 min. Protecția se consideră satisfăcătoare dacă în interior nu s-au adunat picături de apă lîngă borne, sau dacă nu a pătruns apă în cabluri.

Cifra 8 simbolizează calitățile submersibile ale utilajului. Verificarea se face prin probe speciale, stabilite între beneficiar și producător.

Protecția contra deteriorărilor mecanice. Acest grad de protecție este exprimat de cea de a treia cifră caracteristică ce urmează literele IP și care poate avea valori între 0 și 5.

În general această protecție se utilizează pentru aparatele electrice, cifra fiind determinată de masa berbecului ce cade de la o înălțime a pendulului de 40 cm asupra aparatului respectiv, fără a produce deformări mecanice și fără a-i afecta funcționalitatea.

Masa berbecului de lovire este de 0,15 kg pentru aparatajul cu cea de a treia cifră caracteristică 1; 0,5 kg pentru cifra 2, 1,5 kg pentru cifra 3, 5 kg pentru cifra 4 și 15 kg pentru cifra 5. Aparatajul care are a treia cifră caracteristică 0 nu se supune acestei verificări.

5.5.7. *Verificarea schemei sinoptice*

După procedeul tehnologic de execuție, schemele sinoptice, se pot clasifica în:

— scheme sinoptice în relief, realizate prin elemente aplicate, linii de flux și elemente de schemă;

— scheme sinoptice realizate prin grafică (eventual pe plexiglas);

— scheme sinoptice realizate prin aplicare de vopsea pe fața panoului.

Încercările de control ale schemelor sinoptice cuprind următoarele verificări:

— verificarea calității materialului;

— verificarea dimensiunilor și a detaliilor de execuție pentru fiecare element component;

— verificarea montării elementelor componente (ordine, culoare, sensuri, prindere);

— verificarea dimensiunilor de gabarit ale schemei sinoptice;

— verificarea vopsirii elementelor componente;

— verificarea trasării contururilor liniilor de flux și ale elementelor de schemă.

5.5.8. *Verificarea accesoriilor*

Orice confecție metalică este alcătuită dintr-un schelet de bază și o serie întreagă de accesorii. Din rîndul acestor accesorii fac parte: suporți, traverse, contrapanouri, eclise, distanțieri, profile diferite, plase de sîrmă, încuietori, mînere, manete de acționare etc.

Suporții, traversele și contrapanourile trebuie să corespundă scopului pentru care au fost executate (susținerea unor aparate). Găurile pentru prinderea aparatelor, cît și cele pentru susținerea lor trebuie să concorde. De obicei aceste repere se vopsesc la culoarea panoului.

Elementele care se folosesc pentru susținerea sau prinderea unor aparate alimentate cu tensiune, trebuie să aibă o legătură la pămînt de protecție realizată împotriva pericolului pe care l-ar crea atingerea cu un fir sub tensiune, care s-ar putea desprinde în mod accidental. Suprafața de legare la pămînt se cositorește. De la fiecare suport trebuie să se lege la bara generală de protecție a ansamblului un conductor de protecție, de culoare verde-galbenă (cu papuc).

Distanțierii se vopsesc sau se acoperă galvanic (prin cadmiere, nichelare etc.).

Manetele și sistemele de acționare servesc de obicei pentru acționarea diverselor elemente mobile, ca de exemplu separatoare de sarcină, întreruptoare în aer etc. Cea mai bună verificare a acestora se face prin cîteva acționări manuale, asemănătoare manevrelor din timpul funcționării. Ele trebuie să aibă o funcționare continuă, sigură, silențioasă și fără puncte de blocare. Uneori, din cauza transportului se poate produce blocarea lor. În aceste ca-

zuri este necesar să se facă reglajul pîrghiilor și al poziției lor relative, iar articulațiile trebuie să se ungă cu vaselină.

Inelele sau mînerele de ridicare trebuie să fie prinse în locurile indicate în proiect. Sub ele se pun de regulă eclise solide de susținere. Numărul lor și sarcina admisibilă trebuie verificate cu atenție, pentru a se evita accidentele.

5.5.9. *Verificarea asamblării și a montajului reperelor*

După cum s-a arătat în capitolele anterioare, pentru realizarea unei construcții metalice se folosesc o serie întreagă de organe de asamblare. Calitatea acestora trebuie verificată separat, conform desenelor reperelor respective.

Alegerea organelor de asamblare (șuruburi, piulițe, nituri) trebuie făcută cu multă atenție, ținîndu-se seama de greutate, forțe, tensiuni etc.

Se va verifica numărul, dispunerea, poziția relativă și tipul organelor folosite pentru asamblare; este recomandat ca șuruburile și piulițele să fie asigurate prin intermediul șaibelor elastice (grower).

În cazuri mai deosebite se va verifica strîngerea tuturor șuruburilor (inclusiv cele ale sistemului de bare) cît și forța necesară pentru aceasta. În mod convențional se consideră că strîngerea unei piulițe este corespunzătoare, în momentul aplatisării șaibei elastice (grower) și pătrunderii ciocurilor acesteia în material.

Montajul reperelor trebuie făcut conform desenelor din proiect. Trebuie avută în vedere asigurarea posibilităților de acces și manevrare a instalației.

Importanța acestor probe este cu atît mai mare, cu cît ea poate scoate la iveală unele nepotriviri ce nu puteau fi observate la funcționarea separată a subansamblurilor (deschiderea ușilor, acționarea manetelor, desfaceri și rotiri ale organelor mobile etc.).

În cazul elementelor debroșabile, se va face verificarea introducerii și scoaterii acestora, cît și a interșanjabilității lor.

5.6. Verificarea aparatelor de conectare

5.6.1. *Verificarea separatoarelor*

Separatorul este un aparat destinat a închide sau deschide circuitele electrice prin care circulă curenţi foarte mici, sau neglijabili şi circuite la care nu se produce nici o schimbare de tensiune la bornele fiecărui pol. El trebuie să poată suporta curentul de lungă durată în condiţii normale ale circuitului cît şi curenţii de scurtcircuit.

Funcţionarea normală a acestora este garantată în următoarele condiţii de mediu:

— temperaturi maxime sub +40°C (cu media sub +35°C);

— temperaturi minime peste —20°C;

— altitudini sub 1 000 m;

— aer fără praf, fum, gaze, vapori etc.

Condiţia cea mai importantă pentru buna funcţionare a acestor aparate este aceea de a verifica modul cum au fost amplasate în interiorul panoului sau dulapului şi existenţa unei distanţe minime (de cca. 100 mm) între părţile sub tensiune ale separatorului şi celelalte părţi metalice.

Distanţa trebuie să fie păstrată atît în poziţia închis, cît şi în poziţia deschis a separatorului.

Se va verifica cu această ocazie prin manevre fără tensiune ca părţile metalice mobile ale separatorului (inclusiv cuţitele) să nu atingă şi să nu treacă prea aproape de alte elemente neizolate ale construcţiei metalice, provocîndu-se astfel puneri la masă. Legătura de la borna de legare de protecţie a acestuia pînă la locul de prindere pe bara de nul sau pămînt de protecţie a tabloului trebuie făcută cu o secţiune corespunzătoare curentului nominal al aparatului (conform STAS). Controlul strîngerii corecte a şuruburilor de susţinere a aparatului în panou, cît şi a celor de la bare prezintă, de asemenea o importanţă mare, avînd în vedere faptul că în multe cazuri, tablourile de acest gen pot fi amplasate în hale industriale cu vibraţii.

Se va verifica amplasarea manetei de acţionare, al cărui loc trebuie să fie astfel ales încît acţionarea cuţitelor

mobile să fie făcută ușor, complet și fără puncte de blocare.

Este de asemenea necesar, ca tensiunea de lucru a aparatelor să corespundă cu valoarea indicată în tabelele de caracteristici corespunzătoare fiecărui aparat și să nu se depășească curentul admisibil.

Piesele supuse frecărilor în timpul funcționării, vor fi unse periodic cu vaselină neutră.

Dispozitivele de acționare manuală a separatoarelor vor trebui să fie asigurate împotriva deschiderilor nedorite, prin dispozitive de blocaj mecanice sau electromagnetice.

Manevrarea separatorului trebuie făcută numai după ce a fost redusă încărcarea rețelei pe care funcționează.

Examinarea vizuală a separatorului se face cu aparatul scos de sub tensiune. Cu această ocazie se controlează vizual modul de închidere a cuțitelor.

După ce se introduce tensiune, se vor face cîteva manevre, se va controla să nu fie defecte la izolatoare (care se cunosc după zgomot) și să nu apară încălziri excesive la căile de curent (care se cunosc după schimbarea culorii materialului și acoperirilor).

5.6.2. *Verificarea contactoarelor de comandă*

Contactoarele de comandă sînt aparate tripolare, ce pot fi utilizate în instalații electrice de automatizare, pentru comanda motoarelor foarte mici sau pentru închiderea și deschiderea unor circuite străbătute de curenți foarte mici.

Ele sînt destinate a lucra în condiții normale de exploatare, în rețele în care tensiunea nu variază cu mai mult de $\pm 5\%$. Variantele depind de natura și valoarea tensiunii de comandă cît și de numărul contactelor normal închise sau deschise. Înainte de montare se va verifica integritatea aparatului și se va deplasa manual echipajul mobil fără a demonta aparatul, pentru a se verifica dacă în timpul transportului nu s-au deteriorat unele piese. Această verificare este importantă, deoarece din cauza modului de lucru, sînt frecvente cazurile cînd au pătruns

impurități în corpul contactorului, conducînd la închiderea incorectă a contactelor.

În cazurile cînd este posibil, este indicat a se face și o probă cu tensiune. Se va alimenta bobina contactorului cu tensiunea prevăzută de fabricant, observîndu-se închiderea și deschiderea armăturii magnetice. Proba completă se face verificînd fiecare contact în parte (la închidere și deschidere), cu ajutorul unei lămpi de control.

Montarea contactoarelor se va face astfel ca planul găurilor de fixare să fie vertical, bornele R, S, T fiind în partea superioară.

Sub contactoare se pun de obicei șaibe de cauciuc, ce au rolul de a le feri de vibrațiile și șocurile panoului.

Se recomandă ca în apropierea părții superioare a aparatului să nu se mai dispună alte aparate (să se păstreze o distanță de cca 80 mm).

Se va mai face și verificarea strîngerii șuruburilor de prindere a conductoarelor electrice.

5.6.3. *Verificarea contactoarelor de forță și a ruptoarelor*

Contactoarele de forță din seria TCA sînt aparate tripolare ce pot fi utilizate în instalații electrice pentru comanda pornirii și a opririi motoarelor electrice asincrone, funcționînd în regim de lucru AC3. Ele sînt destinate a lucra în condiții normale de exploatare, în rețele în care tensiunea nu variază cu mai mult de $\pm 5\%$.

Se produc într-o serie completă, de la 6 la 400 A (6, 10, 32, 40, 63, 125, 200, 250, 400) cu variante depinzînd de natura tensiunii de comandă și de numărul contactelor auxiliare.

Înaintea montării se va verifica integritatea aparatului și se va deplasa cu mîna echipajul mobil, pentru a se verifica dacă în timpul transportului nu s-au defectat unele piese.

Mediul în care lucrează contactorul trebuie să fie lipsit de praf și de substanțe corozive.

Montarea aparatelor trebuie făcută astfel ca planul găurilor de fixare să fie vertical, bornele R, S, T fiind în partea superioară.

Se recomandă (în special la contactoarele mari) păstrarea unei distanțe libere (între contactor și aparatul alăturat) de cca 80—100 mm, în dreptul camerei de stingerea arcului.

Se va acorda atenție deosebită la execuția și controlul legăturilor la bornele aparatului, avîndu-se grijă să nu se introducă conductorii de legătură între contactele principale, putîndu-se astfel produce blocarea aparatului.

Avînd în vedere faptul că în multe cazuri mai pot cădea resturi de capete de sîrme, șuruburi sau piuliță, care uneori pătrund prin fantele contactorului, este bine ca înaintea punerii sub tensiune să se verifice contactele, astfel ca între ele să nu fi pătruns corpuri străine.

La bornele de legătură se vor racorda numai conductoare de secțiuni adecvate dimensiunii acestora (funcție de tipul contactorului). Șuruburile de prindere trebuiesc strînse bine, pentru a preveni desfacerea firelor.

Dacă există posibilitatea, se va face și o probă cu tensiune, urmărind modul de anclanșare a contactelor. În cazul în care contactorul este prevăzut cu bornă de legare de protecție, aceasta trebuie să fie conectată la borna generală a tabloului sau dulapului.

Se recomandă ca sub contactoare (și în special sub cele mari) să se introducă (la montaj) șaibe de cauciuc, pentru amortizarea șocurilor ce apar cu ocazia închiderii.

În cadrul aspectului exterior, se va controla starea camerelor de stingere, care nu trebuie să aibă fisuri.

Ruptoarele sînt acele aparate utilizate pentru comanda motoarelor de curent continuu, funcționînd în regim intermitent sau temporar.

Seria de fabricație cuprinde tipurile de 60, 80, 100, 150 A. Spre deosebire de contactoare, contactul principal al ruptoarelor este normal închis.

Bobina lor este prevăzută cu rezistență economizoare, care este scurtcircuitată printr-un contact auxiliar.

Durata de conectare a lor poate varia între 40 și 100%. (Se va urmări în mod special la alegerea tipului).

Poziția de montare este verticală.

Datorită poziției aparatului și a subansamblelor sale, se recomandă ca, înaintea montării, să se verifice integri-

tatea acestuia, camerele de stingere, starea şi funcţionarea echipajului mobil.

Se recomandă ca prinderea să se facă tot cu ajutorul unor şaibe amortizoare din cauciuc.

La proba cu tensiune, se va urmări în special deschiderea şi închiderea contactelor (cel principal şi cele auxiliare).

5.6.4. *Verificarea întreruptoarelor cu acţionare manuală şi a comutatoarelor cu came*

Gama întreruptoarelor şi a comutatoarelor este foarte largă, ea cuprinzînd o mare varietate de tipuri. Ele realizează, în general, închiderea sau deschiderea unor circuite, în funcţie de schema respectivă de comandă.

Construcţia lor cuprinde o înşiruire de pachete cu discuri suprapuse, pe care sînt montate contactele fixe şi mobile. Sistemul de racordare realizează întreruperea bruscă (cu două puncte de întrerupere a fiecărei căi de curent).

În funcţie de curenţi, se deosebesc tipurile de 10, 25, 40 şi 63 A, numărul pachetelor putînd varia între 1 şi 11 (la comutatoarele cu came). Prinderea lor se face de obicei cu două şuruburi (sau cu un suport special). Conductoarele de racord la borne trebuie să aibă secţiunile în concordanţă cu bornele şi curenţii aparatelor. Şuruburile de prindere trebuie să fie bine strînse. Între acestea şi conductoare (sau papuci) se vor monta şaibe elastice.

Se va mai verifica dacă tipul întreruptorului sau comutatorului corespunde cu cel necesar pentru realizarea schemei electrice, cît şi modul de realizare a contactelor pe fiecare din poziţiile de funcţionare.

Această verificare a realizării schemei funcţionale se face de obicei fie prin sunarea cu o sonerie, fie prin testarea contactelor cu o lampă de test.

Pentru reuşita operaţiei trebuie ca legăturile exterioare să fie scoase.

Este indicat să se mai facă şi verificarea corespondenţei poziţiilor lui (cu etichetele aferente), urmărind ca nu cumva acestea să fie inversate.

Dacă aparatele au fost prevăzute cu bornă de legare de protecție, aceasta trebuie conectată la borna generală a tabloului sau dulapului (cu secțiunea prevăzută în tabelul 3 din STAS 6616-78).

5.6.5. *Verificarea întreruptoarelor cu pîrghie și a celor automate*

Întreruptoarele cu pîrghie sînt aparate de joasă tensiune, la care închiderea și deschiderea circuitului se face cu ajutorul unui contact în formă de braț de pîrghie, acționat manual. În cazul utilizării lor în circuite de curent continuu se recomandă legarea în serie a două căi de curent. Verificarea aparatului în sine comportă următoarele operații: verificarea aspectului și a integrității, modul de închidere a contactelor, modul de acționare.

Acționarea se poate face de la distanță, sau direct de pe aparat. Ea trebuie făcută cu o manetă, ale cărei mișcări ferme sînt independente, nu au puncte moarte, sînt continui și nu au frecări în articulații. Închiderea și deschiderea se fac sacadat, datorită resoartelor cuțitelor fixe sau mobile, asigurîndu-se astfel o rupere corespunzătoare.

Curentul nominal al aparatului trebuie să corespundă celui din circuitul respectiv.

Verificarea montării și conectării aparatului se face urmărind poziția de montare (de obicei verticală), amplasarea acestuia față de celelalte aparate din jur, distanțele față de acestea, conductorii și modul lor de conectare, traseele alese.

Aparatele de curenți mai mari sînt prevăzute cu o bornă la care se conectează legătura de protecție.

Conectarea acestora se realizează de regulă cu bare, ale căror secțiuni, trasee, forme etc. trebuie alese în funcție de curenții admisibili și amplasarea celorlalte aparate.

În cazul cînd barele trec prin apropierea unor pereți metalici distanța dintre ele sau de la ele la acești pereți se recomandă să fie mai mare decît distanța de străpun-

gere prevăzută în STAS 553-73 (de regulă ea va depăși 50 mm).

Întreruptoarele de tip USOL sînt destinate comenzii și protecției electromotoarelor din circuitele electrice industriale și navale.

Tensiunea nominală a aparatului este de 500 $V_{c.a.}$ sau 220 $V_{c.c.}$

Curenții nominali sînt de 100, 250, 500, 800 A.

Curenții de reglaj ai releelor termice înglobate (specifici fiecărei subgame) variază invers proporțional cu creșterea temperaturii mediului înconjurător. Un reglaj corect se poate face numai urmărind tabela de reglaj din instrucțiunile de exploatare, ale aparatului.

De obicei la 45°C, curentul de serviciu poate fi reglat între 0,8 și 1 I_r.

Reglajul releelor electromagnetice se poate face în funcție de varianta constructivă, variind de la 4 I_r (pentru varianta de linie) la 10 I_r (pentru varianta de motor).

Acționarea aparatului se poate face manual sau pentru tipurile mai mari, cu ajutorul unui motor.

Aparatele pot fi de tip fix sau debroșabil, cu legături față sau spate. Ele mai pot fi echipate cu declanșatoare de tensiune minimă, sau declanșatoare de deschidere (la care tensiunile bobinelor pot diferi față de cea a contactelor principale). Aparatul se utilizează numai în mediu uscat și lipsit de praf. Montarea lui se va face numai pe un suport metalic cu o grosime de cel puțin 3 mm, în ordinea următoare:

— se execută decupările pentru fixare;
— se extrage întrerupătorul din soclul fix;
— se montează soclul fix și priza pe suport;
— se racordează conductorii la borne;
— se montează întreruptorul în soclul fix.

Înainte de montare, este necesar să se verifice funcționarea corectă a aparatului:

— se execută cîteva manevrări cu mecanismul de comandă, verificîndu-se că maneta lucrează ușor;

— dispozitivul de siguranță contra extragerii accidentale se verifică prin aceea că, la extragerea aparatului închis din soclul fix, contactele se deschid la extragerea completă;

— releul de tensiune minimă se verifică prin posibilitatea de a închide aparatul cu releul alimentat, iar întreruperea alimentării provoacă declanşarea aparatului;

— releul de declanşare: se verifică prin aceea, că la alimentarea sa, aparatul este declanşat;

— contactul auxiliar: se controlează corecta funcţionare la închiderea şi deschiderea aparatului, cu o lampă de control;

Se va acorda atenţie poziţiei şi modului în care se montează aparatul, distanţele pînă la celelalte aparate, amplasarea sa în raport cu decupările şi amenajările.

Traseul pentru barele de racord se alege cu multă grijă, avînd în vedere distanţele recomandate dintre bare şi dintre acestea şi pereţii metalici. Conductoarele trebuie să fie de tip flexibil şi prevăzute cu papuci pentru racord. Şuruburile vor avea şaibe elastice (grower), în vederea împiedicării desfacerii sub acţiunea vibraţiilor.

În condiţii de funcţionare normală, întreruptorul nu are nevoie de întreţinere, dar după scurtcircuite se vor examina contactele şi camerele de stingere.

În cazul unei depozitări îndelungate, părţile metalice ale aparatului se ung cu vaselină neutră, care se va îndepărta la punerea în funcţiune.

În cazul aparatelor acţionate cu motor, se mai fac în plus următoarele verificări:

— închiderea manuală, cu ajutorul cheii tubulare, urmărind dacă butonul semnalizează închiderea, prin intrarea în carcasă;

— deschiderea manuală, cu ajutorul cheii tubulare, sau apăsînd pe butonul roşu de deschidere;

— închiderea şi deschiderea aparatului de la distanţă, prin intermediul motorului comandat prin butoanele de pe panou.

Întreruptoarele de tip OROMAX sînt destinate pentru protecţia liniilor, a motoarelor mari, a generatoarelor şi a transformatoarelor din instalaţiile industriale şi navale.

Ele asigură o selectivitate mai mare, avînd curenţi nominali cuprinşi între 1 000 şi 2 500 A. Spre deosebire de întrerupătoarele USOL, ele pot fi dotate cu declanşatoare termice şi electromagnetice instantanee de tip H, sau de-

clanşatoare electromagnetice temporizate în trei trepte, de tip KSI.

Acţionarea poate fi făcută manual, cu o singură manevră (NA), cu manevre repetate (N), sau cu motor (NM). În acest ultim caz, armarea se face automat, după fiecare operaţie de închidere. Comenzile se pot da fie de pe aparat, fie de la distanţă, prin intermediul electromagneţilor de comandă.

Înaintea montării aparatului se fac următoarele verificări (pentru întreruptorul fix);

— cîteva manevre de închidere-deschidere, blocînd manual clapeta releului de tensiune minimă, pentru mecanism;

— prin eliberarea clapetei declanşatorului de tensiune minimă trebuie să se producă declanşarea aparatului;

— se controlează ca în poziţia „închis", distanţa între contactele de rupere să fie de 1,2÷1,5 mm;

— cu lampa de control se verifică corecta funcţionare a contactelor auxiliare, la închiderea şi deschiderea aparatului;

— se verifică dacă releele de curent produc mecanic declanşarea aparatului;

— se verifică buna funcţionare a releelor tip H şi KSI prin închiderea întreruptorului şi apăsarea pe clapeta mobilă a releului electromagnetic şi respectiv prin ridicarea pîrghiei superioare a aparatului pînă la declanşare (discul de reglaj fiind pe poziţia zero);

— se controlează reglajul releelor termice, care se poate face în gama de la 0,5 la 1 I_r, pentru declanşatoarele de tip H şi între 0,8 şi 1,25 I_r, pentru declanşatoarele de tip K cît şi cel al releelor electromagnetice, cuprins în gama 4÷8 I_r.

O foarte mare importanţă o are modul cum a fost transportat aparatul. Din această cauză se recomandă să se facă o verificare vizuală a integrităţii acestuia, a stării contactelor şi a camerelor de stingere.

La montarea aparatului trebuie să se ţină seamă de cotele de amplasare indicate de fabricant. Este indicat ca deasupra camerelor de stingere, pe distanţa de cca 100 mm să nu existe nici un corp metalic, sau bun conducător de curent (din cauza arcului electric).

Conectarea la bornele acestor întreruptoare se face de obicei cu bare. Se va urmări dacă secţiunea barei corespunde pentru curentul nominal de lucru şi dacă suprafeţele de contact între contactele aparatului şi barele colectoare sînt suficiente pentru a transmite acest curent.

În conformitate cu prevederile standardelor în vigoare (STAS 6616-78), secţiunea conductorului de protecţie ce se leagă la borna de protecţie a aparatului trebuie să fie de 70 mm^2, Cu.

La montarea întreruptorului debroşabil, suporţii soclului fix vor fi coplanari, iar ghidajele laterale de asemenea, fiind totodată perpendiculare pe soclu.

Se mai fac următoarele verificări:

— *verificarea blocării aparatului,* prin montarea ghidajelor de prelungire şi aşezarea aparatajului pe ele, împingerea aparatului în interiorul celulei şi scoaterea ghidajelor. Astfel aparatul a fost trecut de la poziţia „extras", la cea de „separat".

— *Verificarea manevrei de introducere,* prin introducerea celor două pîrghii de manevră, apăsarea pe pîrghiile de blocare, şi ridicarea pîrghiilor de manevră pînă la revenirea celor de blocare.

— *Verificarea manevrei de separare,* prin introducerea pîrghiilor de manevră, apăsarea pe pîrghiile de blocare şi împingerea în jos a pîrghiilor de manevră, pînă cînd pîrghiile de blocare revin.

— *Verificarea manevrei de extragere* prin scoaterea fişelor circuitelor auxiliare din prize. Introducînd cele două ghidaje de prelungire în ghidajele laterale, aparatul este deblocat, putînd fi scos din celulă.

— *Verificarea dispozitivului de limitare* prin aceea că, atunci cînd rolele contactelor mobile se găsesc pe cuţitul de contact, şuruburile limitatoare reglabile ating roţile de rulare (aparatul fiind în poziţia „introdus").

— *Verificarea dispozitivului de siguranţă împotriva extragerii* prin cîte o manevră de introducere şi extragere, cu întrerupătorul închis, iar aparatul trebuie să se deschidă înainte de atingerea contactelor debroşabile.

— *Verificarea celor două microîntreruptoare* dacă indică corect poziţiile „introdus" şi „extras".

— *Verificarea deschiderii uşii panoului* urmărindu-se dacă se provoacă deschiderea întreruptorului, prin intermediul dispozitivului de blocare.

În cadrul probei de funcţionare, se vor face cîteva anclanşări şi declanşări, urmărind închiderea şi respectiv deschiderea contactelor principale (şi auxiliare).

5.6.6. *Verificarea comutatoarelor stea-triunghi*

Comutatoarele stea-triunghi se utilizează la pornirea motoarelor electrice asincrone cu rotorul în scurtcircuit.

Trecerea din poziţia *stea* în poziţia *triunghi* se face după un timp, de către personalul de manevră. Ele au trei poziţii de funcţionare: zero, stea şi triunghi, trecerea în poziţia „triunghi" făcîndu-se numai prin poziţia „stea".

Comutatoarele se folosesc pentru motoarele care au tensiunea nominală a înfăşurării statorice conectate în triunghi, egală cu tensiunea reţelei, pentru reducerea curentului absorbit la pornire. Curenţii nominali: 25 şi 63 A.

Pentru verificarea comutatoarelor se vor face următoarele operaţii (fig. 5.2):

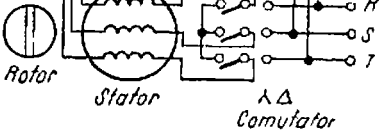


Fig. 5.2. Schema de verificare a comutatorului stea-triunghi.

— verificarea execuţiei corecte a conexiunilor, a secţiunii conductorilor şi a modului de racordare a lor;

— sunarea şi verificarea poziţiilor zero, stea şi triunghi (conform diagramei);

— verificarea blocajului dintre poziţiile zero şi triunghi (trecere prin poziţia „stea");

— verificarea legării corecte a carcasei metalice a aparatului la borna de protecție a tabloului, dulapului, cutiei etc.

5.6.7. *Verificarea releelor*

Releele utilizate mai frecvent în schemele de automatizări sînt de tipurile:

— relee intermediare;
— relee de timp;
— relee de curent și de tensiune.

Releele intermediare au mai multe contacte închise sau deschise, funcție de tipul și varianta constructivă.

Verificarea acestora comportă următoarele operații:

— verificarea variantei de contacte și a tensiunii de alimentare a bobinei releului;
— verificarea sistemului de contacte, a închiderii acestora și a funcționării lor (cu lampa de test);
— verificarea prinderii pe suport, sau contrapanou a releului și a conductoarelor de la bornele acestuia;
— verificarea montajului releelor și a distanțelor dintre ele;
— verificarea funcțională (la tensiunea nominală) a releului.

Dacă este necesar, se poate face și o probă de străpungere, spre a se testa caracteristicile dielectrice ale releului (în ansamblu).

Releele de timp folosite mai frecvent sînt prevăzute cu temporizare la anclanșare, sau la revenire. Din această cauză, este bine să se verifice cu atenție varianta constructivă a releului. Se vor mai face probe privind funcționarea sistemului de temporizare, verificarea gamei și a reglajului de timp.

Se va urmări diferențiat funcționarea contactelor instantanee, cît și a celor cu temporizare.

Releele de curent și de tensiune se folosesc pentru protecția liniilor și circuitelor, funcție de tipul lor. Ele acționează cînd mărimea controlată depășește o valoare maximă, sau scade sub o valoare minimă. Acțiunea lor se poate face instantaneu sau temporizat. Bobinele lor funcționează de regulă numai în curent alternativ.

În cazul folosirii acestora, se recomandă a se face probe de verificarea funcționării în condiții limită (de tensiune sau curent). Se va mai verifica gama aleasă, reglajul, modul de legare al conductoarelor la borne (în special pentru releele de curent, din punctul de vedere al secțiunii necesare).

5.7. Verificarea aparatelor de măsurat

5.7.1. *Verificarea ampermetrelor*

Ampermetrele mai des întîlnite în instalațiile industriale, avînd clasele de precizie: 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5, sînt destinate să lucreze în încăperi cu temperaturi cuprinse între —25°C și +40°C și umiditate relativă cuprinsă între 40 și 80%.

Ele pot fi de curent continuu, de curent alternativ sau de curent continuu și alternativ, putînd avea un singur interval de măsurare, sau mai multe.

Verificarea lor se face conform prevederilor instrucțiunilor pentru verificarea ampermetrelor nr. 4—05—76, emise de Institutul Național de Metrologie.

Conform acestor instrucțiuni, trebuie verificate următoarele:

— geamul carcasei ampermetrului să nu se aburească în interior în cursul folosirii sale la o sarcină corespunzătoare limitei superioare de măsurare, și să asigure o transparență corespunzătoare, astfel încît citirile indicațiilor să nu fie stînjenite;

— bornele ampermetrelor să fie astfel fixate pe carcasă, încît în timpul manevrărilor necesitate de exploatare să nu se slăbească;

— cadranul, scara gradată, acul indicator, inscripțiile, simbolurile și limitele de măsurare trebuie să corespundă prevederilor STAS 6419-70, 4640/1-71, 4640/2, 3, 4-74 și 3557-72;

— starea generală a aparatelor trebuie să fie perfectă, adică să prezinte curățenie generală, să aibă inscripții clare și să nu aibă în carcasă corpuri străine sau piese desprinse;

— limitatoarele să fie astfel poziționate, încît să permită deplasarea indicatorului în afara scării gradate cu cel puțin 3% din lungimea ei; de asemenea limitatoarele trebuie să fie elastice, astfel ca la stabilirea bruscă a unui curent egal cu limita superioară de măsurare, sau la întreruperea acestui curent, să nu se producă deteriorări ale aparatului;

— verificarea ampermetrelor se face în condiții normale de referință, iar panoul pe care se execută verificarea va fi de regulă din material nemagnetic;

— echilibrarea sistemului mobil trebuie să fie astfel realizată, încît înclinînd aparatul cu un unghi anume, în orice sens față de poziția normală de funcționare, indicatorul să aibă o abatere maximă la lungimea scării respective, egală procentual cu indicele de clasă de precizie;

— frecările care apar între părțile ampermetrelor aflate în mișcare, trebuie să fie atît de mici, încît variația lentă și continuă a curentului între limitele de măsurare și deplasarea sistemului mobil să se facă aparent liber și fără salturi;

— deviația inițială a indicatorului ampermetrului, în momentul conectării unui curent de valoare corespunzătoare cu 2/3 din lungimea scării gradate, nu trebuie să depășească cu mai mult de 25% din lungimea scării, deviația corespunzătoare curentului aplicat;

— timpul de amortizare și stabilire a indicatorului, pentru luarea poziției de echilibru nu trebuie să fie de regulă mai mare de 4 s;

— rezonanța mecanică a indicatorului unui aparat de curent alternativ, nu trebuie să provoace vibrații ale vîrfului său;

— deviația remanentă (nerevenirea indicatorului pe reperul zero al scării gradate), la scăderea lentă a curentului de la valoarea maximă pînă la anularea lui nu trebuie să depășească anumite valori limită;

— izolația între totalitatea pieselor sub tensiune și cutia aparatului nu trebuie să fie străpunsă sau conturnată de o tensiune de încercare, a cărei valoare este inscripționată pe cadranul aparatului;

— rezistența de izolație măsurată între totalitatea pieselor sub tensiune și borna de legare la pămînt se reco-

mandă a fi de minimum 40 MΩ (pentru o tensiune nominală a izolației pînă la 1 kV);

— erorile admisibile ale ampermetrelor pentru oricare indicație din cuprinsul intervalului de măsurare, nu trebuie să depășească limita egală procentual cu valoarea indicelui de clasă de precizie;

— variația indicațiilor ampermetrelor atunci cînd măsoară același curent, odată prin creșterea lui de la zero și apoi prin descreșterea lui de la valoarea egală cu limita maximă de măsurare a aparatului nu trebuie să depășească de regulă, pentru aparatele uzuale, valoarea erorii corespunzătoare clasei de precizie a aparatului;

Pentru ampermetrele verificate — etalonate se eliberează buletine de verificare în care se face mențiunea „ADMIS" (în cazul în care satisfac aceste condiții).

5.7.2. *Verificarea voltmetrelor*

Ea constă din verificarea stării generale a construcției și a funcționării. Se execută după instrucțiunile 128-67 pentru verificarea voltmetrelor elaborate de Oficiul de Stat pentru Metrologie.

Verificarea stării generale se face vizual, la fiecare aparat în parte. Voltmetrele nu se primesc la verificare dacă se constată unul din următoarele defecte:

— dacă lipsesc inscripțiile și indicațiile obligatorii (ca de ex: unitatea de măsură, denumirea fabricii, nr. de fabricație, anul, clasa de precizie, STAS 4640, principiul de funcționare, poziția normală de funcționare, tensiunea de încercare, rezistența internă în ohmi etc.);

— dacă scara gradată este deformată, deslipită, sau dacă are diviziuni șterse sau murdare;

— dacă cutia și capacul nu sînt etanșe între ele;

— dacă geamul este spart;

— dacă oglinda scării gradate este opacă sau pătată;

— dacă în interiorul aparatului se găsesc obiecte sau piese care s-au desfăcut.

Verificarea construcției se realizează prin următoarele:

— voltmetrele nu trebuie să prezinte deteriorări mecanice, care să influențeze indicațiile;

— cutia voltmetrului trebuie prevăzută cu un dispozitiv de sigilare;

— forma și dimensiunile bornelor trebuie să corespundă STAS 4640/2-74. La voltmetrele care funcționează în curent continuu, borna pozitivă trebuie să fie marcată cu semnul +;

— vîrful acului indicator trebuie să acopere 1/4 pînă la 3/4 din lungimea reperelor celor mai scurte;

— corectorul trebuie să permită deplasarea acului indicator de o parte și de alta a reperului zero, atunci cînd asupra aparatului nu acționează curentul electric;

— limitatoarele trebuie să atenueze șocul acului indicator, pentru a evita deformarea acestuia, nepermițînd acului să depășească limitele;

— acul indicator, limitatoarele și cadranele trebuie confecționate din materiale nemagnetice;

— cadranul indicator trebuie să fie de culoare albă;

— scara gradată va fi trasată pe un arc de cerc cu centrul în axa de rotație a acului indicator;

— indicatorul voltmetrelor trebuie să se deplaseze lin de-a lungul scării gradate;

— variația indicațiilor voltmetrelor datorită frecărilor și jocurilor în lagăre trebuie să nu depășească de regulă eroarea de clasă;

— rezistențele interne ale voltmetrelor se măsoară imediat după terminarea încălzirii.

Verificarea funcționării constă în următoarele:

— verificarea echilibrului sistemului mobil se face înclinînd voltmetrele neconectate electric cu 10% în orice sens, față de poziția nominală de funcționare. Este necesar ca indicatorul să nu depășească față de reperul zero al scării gradate erorile de clasă ale aparatului, raportate la lungimea scării gradate;

— verificarea mișcării libere a sistemului mobil se face prin măsurarea deviației remanente a indicatorului (nerevenirea pe reperul zero al scării gradate) la micșorarea înceată a curentului de la valoarea nominală pînă la zero, care trebuie să nu depășească (de regulă) jumătate din clasa de precizie;

— verificarea timpului de amortizare al sistemului mobil al voltmetrelor, care trebuie să nu depășească 4 s;

— verificarea erorilor de indicație tolerate, ale voltmetrelor, determinate în condiții de referință, trebuie să nu depășească valori egale cu clasa de precizie a aparatului;

— verificarea rezistenței de izolație, măsurată între circuitele electrice și borna de legare la pămînt, trebuie să fie de cel puțin 40 MΩ.

5.7.3. *Verificarea aparatelor fabricate de I.E.A.*

Aparatura ce se execută la Intreprinderea de Elemente de Automatizări București face parte din categoria elementelor secundare de automatizare, din sistemul ε și este destinată supravegherii, comenzii, controlului și reglării proceselor tehnologice lente.

În funcție de complexitatea sistemului, bucla poate cuprinde mai puține sau mai multe aparate, funcțiunile fiind mai simple sau mai dezvoltate — după necesitățile proiectului.

Realizarea buclelor se face conectînd între ele aparatele (la anumite borne), alimentîndu-le și efectuînd manevrele respective. Întrucît este necesar ca înaintea conectării aparatelor în bucle, acestea să fie în prealabil verificate separat, se recomandă a se face unele operații din care să rezulte dacă fiecare aparat în parte este sau nu în stare de funcționare.

Regulatorul continuu cu referință internă, tip ELC 113 sau ELC 113 A primește la intrare semnale de la traductoare, înregistratoare, sau alte aparate secundare, și furnizează la ieșire un semnal ce se aplică elementului convertor sau de execuție.

După terminarea montării și înaintea punerii în funcțiune, se vor face următoarele verificări:

— verificarea liniilor de alimentare și a celor de transmitere a semnalelor (izolație, scurtcircuite, puneri accidentale la pămînt, sau la masă);

— verificarea instalației de legare la pămînt de protecție și la nul;

— verificarea corectitudinii legăturilor cu bornele aparatului. Se atrage atenția că inversarea conexiunilor de

alimentare, cu oricare alte conexiuni de intrare conduce la deteriorarea aparatului;

— verificarea tensiunii de alimentare, a cărei valoare trebuie să se încadreze în limitele 220 V$\pm$10%.

Verificarea funcționării aparatului, pentru care se procedează astfel:

— se pornește aparatul, prin trecerea comutatorului pe „MANUAL";

— se reglează curentul de ieșire, manual la valoarea dorită, după care se trece pe funcționare automată;

— se reglează acțiune PI sau PID;

— se pune comutatorul „REGLARE-CONTROL" pe poziția „REGLARE";

— se execută echilibrarea, apăsînd pe buton și rotind butonul de reglare manuală pînă cînd acul indicator al aparatului inclus ajunge în dreptul liniei roșii de pe scala aparatului;

— se pune comutatorul „LOCAL-EXTERN" pe poziția „LOCAL".

Indicații:

— se va acorda atenție să nu se alimenteze aparatul cu ieșirea în gol, deoarece se pot străpunge tranzistorii din etajul final;
— regulatoarele vor fi supuse verificărilor metrologice periodic, conform normelor în vigoare;
— se va acorda o mare atenție verificării stării generale și aspectului aparatului.

Înregistratorul electronic — compensator automat tip ELR 45 servește pentru indicarea și înregistrarea cu precizie ridicată a semnalelor unificate de 2—10 mA. El mai poate primi o serie de funcțiuni auxiliare, care transmit la ieșire semnale de reglare bipoziționale, semnal de referință pentru regulatoare, semnal pentru integrat etc.

Înaintea punerii în funcțiune se fac următoarele verificări:

— verificarea circuitelor de alimentare de la sursă și a celor de transmiterea semnalelor (din punct de vedere al izolației, scurtcircuitelor, punerilor la masă sau la pămînt etc);

— verificarea instalației de protecție prin punere la pămînt;

— verificarea tensiunii rețelei (220 V$\pm$10%);

— verificarea corectitudinii conexiunilor.

Pentru asigurarea unei bune funcționări, este necesar ca periodic aparatul să fie supus unor verificări simple, care conduc la preîntîmpinarea sau înlăturarea unor defecțiuni mai mari. Astfel, este necesar ca amplificatorul tranzistorizat să fie verificat odată la 3 luni, în ceea ce privește sensibilitatea.

Regulatorul bipozițional în mai multe puncte tip X 74 realizează reglajul discontinuu al unei mărimi, dînd o comandă bipozițională elementelor de execuție. El se utilizează în bucle, combinat cu integratorul cu imprimator pentru mai multe puncte de măsură, dotat cu funcția H.

Această funcție este prevăzută pentru aparatul înregistrator cu imprimator, în scopul transmiterii regulatorului X 74, unui semnal proporțional cu mărimea măsurată. Semnalele primite sînt comparate cu valorile de referință fixate în regulator pentru fiecare punct în parte.

Bornele aparatului X 74 se vor lega cu bornele corespunzătoare (notate în același mod) ale înregistratorului cu care se combină, avîndu-se grijă ca bornele alimentării de rețea UV, să se lege cu bornele omoloage ale înregistratorului, iar prin intermediul acestora la rețeaua de 220 V c.a.

Inversarea conexiunilor la rețea cu oricare alte conexiuni, duce la deteriorarea sau scoaterea din funcțiune a aparatului.

Sarcina va fi conectată la bornele LCH ale regulatorului.

Trimițînd un semnal de măsură înregistratorului, se verifică sensibilitatea aparatului. Apoi se reglează fiecare referință la valoarea dorită și se urmărește concomitent cu înregistrarea punctelor și reglarea lor.

Elementul pentru reglarea mărimii de referință, ELX 115 este destinat a furniza mărimea de referință 0,4—2 V c.c. unui regulator care nu are referință internă. El se conectează în bucla de reglare alături de regulatoa-

rele ce nu au referință internă, și în cazul cînd lipsește elementul înregistrator de tip ELR.

Conectarea aparatului la instalație se face cu cablu multifilar, cu papuci, acordîndu-se o mare atenție corectitudinii executării conexiunilor.

Aparatul se va pune în funcțiune numai după verificarea absenței scurtcircuitelor, punerilor accidentale la masă și a verificării conexiunilor la placa de borne. De asemenea, se va măsura și rezistența de izolație a cărei valoare trebuie să depășească limita prevăzută (dacă nu se specifică altă valoare, se recomandă ca valoarea minimă în stare uscată 6 MΩ).

Aparatul ELX 115 se supune verificărilor metrologice periodice, conform normelor în vigoare.

Elementul de adunare-scădere ELX 210 permite adunarea sau scăderea a 2—4 semnale unificate de 2—10 mA, obținîndu-se la ieșire tot un semnal unificat de valoare cuprinsă între 2—10 mA, corespunzător operației efectuate. El poate lucra în buclă, alături de înregistratoare, indicatoare, regulatoare etc. După terminarea montajului și înaintea punerii în funcțiune se vor face următoarele verificări:

— verificarea liniei de alimentare (absența scurtcircuitelor, a punerilor accidentale la pămînt și rezistența de izolație);

— verificarea liniei de transmisie (din aceleași puncte de vedere);

— se va măsura rezistența liniei de transmisie și se va observa ca însumată cu suma tuturor rezistențelor de intrare ale aparatelor înseriate în circuitul de ieșire al elementului de adunare — scădere, să nu depășească valoarea maxim admisibilă de 3 kΩ;

— verificarea circuitului de legare la pămînt (sau la nul) de protecție;

— verificarea tensiunii de rețea;

— se va verifica corectitudinea conexiunilor la bornele aparatului, avîndu-se în vedere polaritățile. Inversarea conexiunilor de rețea cu oricare alte conexiuni duce la deteriorarea aparatului.

Nu se admite alimentarea aparatului cu ieșirea în gol, deoarece se pot străpunge tranzistorii din etajul final.

Elementul de înmulțire-împărțire ELX 230 permite înmulțirea sau împărțirea a două semnale unificate de 2—10 mA, sau înmulțirea și împărțirea simultană a trei semnale unificate.

La ieșire se obține un semnal unificat, tot de 2—10 mA, corespunzător funcției efectuate.

După terminarea montajului și înaintea punerii în funcțiune, se fac următoarele verificări:

— verificarea liniei de alimentare (absența scurt circuitelor, a punerilor la masă sau la pământ, rezistența de izolație);

— verificarea liniei de transmisie (absența scurtcircuitelor, absența punerilor la pământ, rezistența de izolație);

— se va măsura rezistența liniei de transmisie și se va observa ca însumată cu suma tuturor rezistențelor de intrare ale aparatelor înseriate în circuitul de ieșire al elementului ELX 230, să nu depășească valoarea maximă admisibilă de 3 kΩ;

— verificarea circuitului de legare la pământ;

— verificarea tensiunii de rețea;

— se va verifica corectitudinea conexiunilor la bornele aparatului, avîndu-se în vedere polaritățile. Conectarea rețelei la alte borne conduce la deteriorarea aparatului.

Integratorul liniar ELI 112 permite măsurarea debitelor, sau a altor mărimi, cu precizie ridicată, prin convertirea semnalului de ieșire al traductorului în impulsuri a căror frecvență este proporțională cu mărimea de măsurat. Aparatul poate lucra împreună cu oricare traductor liniar de debit.

Înaintea punerii în funcțiune se vor face următoarele verificări:

— verificarea liniei de alimentare;

— verificarea absenței punerilor accidentale la pământ;

— verificarea rezistenței de izolație;

— verificarea circuitului de legare la pământ;

— verificarea tensiunii de rețea;

— verificarea conexiunilor făcute la bornele aparatului, avîndu-se în vedere polaritățile.

Conectarea rețelei la oricare alte borne duce la deteriorarea aparatului.

5.7.4. *Verificarea logometrelor și milivoltmetrelor*

Logometrele sînt aparate care se utilizează pentru măsurarea raportului dintre valorile a două mărimi electrice (curenți, rezistențe. etc). Cu ajutorul lor se măsoară și mărimi neelectrice, ca temperatură, presiune etc.

Milivoltmetrele sînt aparate care se utilizează pentru măsurarea tensiunii. Pot fi încadrate și în ansambluri de măsurare a unor mărimi neelectrice.

Ele pot fi indicatoare, înregistratoare, de semnalizare și de control automat.

Verificarea condițiilor tehnice de funcționare ale logometrelor și milivoltmetrelor magnetoelectrice indicatoare de temperatură, constă din:

— verificarea mișcării libere a sistemului mobil și a revenirii acului indicator în dreptul reperului inițial al scării gradate;

— verificarea timpului de amortizare a oscilațiilor acului indicator;

— verificarea indicațiilor în condiții normale de funcționare;

— verificarea indicațiilor în condițiile variației tensiunii de alimentare;

— verificarea indicațiilor în condițiile dezechilibrării sistemului mobil;

— verificarea stării generale a aparatului.

După verificare, aparatele găsite corespunzătoare se marchează.

5.8. **Verificarea dispozitivelor de inițiere a comenzilor și semnalizărilor**

5.8.1. *Verificarea butoanelor*

Butoanele folosite în schemele de acționări — automatizări, sînt de mai multe tipuri, diferind între ele după modul de acționare, curentul de contact, tipul contactelor și alte criterii.

Verificarea ce urmează a fi făcută pentru butoane, înaintea montării lor pe panouri, dulapuri, pupitre, cutii etc. comportă următoarele operații:

— verificarea integrității butonului;

— verificarea contactelor (material, stare de curățenie, așezarea contactelor etc.);

— verificarea (prin sunare) a contactelor normal deschise și a celor normal închise, urmărind schimbarea stării lor, la apăsarea, sau manevrarea butonului;

— verificarea conexiunilor la borne;

— verificarea tipului și a culorii butonului.

La montare, se va lăsa între contactele butoanelor spațiul necesar pentru deservirea lor.

5.8.2. *Verificarea microîntreruptoarelor*

Microîntreruptoarele, limitatoarele și microcontactele au un rol important în cadrul schemelor de automatizare, și anume acela de a opri instalația la un anumit punct, de a semnaliza acest lucru și eventual de a comanda pornirea din nou a instalației. Din această cauză ele trebuie să fie sigure și să fie astfel construite încît să nu poată fi date peste cap în decursul funcționării.

Funcție de scopul pentru care au fost construite pot fi cu bilă, rolă, pîrghie, mîner etc.

Toate microîntreruptoarele trebuie să aibă o cursă moartă, înaintea acționării contactului, o cursă în contact și o altă cursă moartă după acționarea contactului.

Verificarea lor se face prin aceea că la acționare trebuie să existe toate aceste trei curse, distinct.

De asemenea se va mai verifica starea generală a microîntreruptorului și conexiunile la bornele lui.

Prinderea lui trebuie făcută fix, astfel ca brațul care-l acționează să nu-i schimbe poziția de montare după manevrare.

5.8.3. *Verificarea lămpilor*

Prin aprinderea și culoarea lor, lămpile semnalizează anumite comenzi date instalației, stări ale acesteia, unele secvențe mai importante, poziția aparatelor, funcționarea sau nefuncționarea unor părți ale procesului tehnologic.

Ele pot fi cu, sau fără transformator, la tensiune normală sau redusă.

Verificarea unei lămpi cuprinde: verificarea legăturilor la borne, a modului lor de strîngere, a stării lămpii, culorii sale și a becului. Este necesar ca tensiunea becului să fie egală cu aceea la care se alimentează lampa.

În cazul unui soclu metalic, se va controla, ca bornele să nu atingă soclul.

Casetele sînt formate dintr-o cutie, în care sînt montate mai multe lămpi de semnalizare. Placa frontală este executată din sticlă mată, pe care se pot aplica diferite inscripții.

Verificarea lor este asemănătoare cu cea a lămpilor.

5.8.4. *Verificarea cheilor de comandă*

Cheile de comandă și semnalizare se utilizează pentru închiderea și deschiderea manuală a circuitelor electrice.

Se fabrică în două construcții principale: tip pachet și cu came. Ele se pot executa cu sau fără lampă de semnalizare, putînd fi acționate prin buton sau manetă.

Mai întîi se va verifica dacă schema cheii corespunde din punct de vedere funcțional cu schema solicitată de secvențele procesului respectiv. Conductoarele de racord la borne trebuie să aibă secțiunile în concordanță cu bornele și curenții aparatelor respective.

Se va mai verifica dacă se realizează pe fiecare poziție de funcționare deschiderea sau închiderea contactelor respective (eventual prin sunare, sau cu o lampă de test). Această operație se face fără legăturile exterioare, pentru fiecare pachet în parte.

Pozițiile aparatului trebuie să corespundă cu textul etichetelor de pe panou sau dulap.

În cazul comutatoarelor voltmetrice, se va urmări conectarea corectă a fazelor.

5.9. Verificarea elementelor de protecție

5.9.1. *Verificarea întreruptoarelor automate monopolare*

Întreruptoarele automate monopolare de 25 A, 380 V, sînt destinate protecției instalațiilor, liniilor și aparatelor electrice în caz de scurtcircuit sau suprasarcină.

În funcție de caracteristicile de protecție, ele pot fi de tipul U sau L.

Limitele curentului de declanșare instantanee sînt:

— pentru tipul U: (3,5 ... 8) I_1;

— pentru tipul L: (2,4 ... 3,5) I_1,

unde I_1 este curentul convențional de nedeclanșare, care trece prin întreruptor, fără a produce declanșarea acestuia în timp de o oră.

Înainte de a se monta, este necesar să se verifice tipul întreruptorului și funcționarea corectă a lui.

Mecanismul de comandă se verifică prin executarea cîtorva închideri — deschideri, prin intermediul manetei.

Montarea se face numai pe bare standard, profilate, tip DIN 35.

Se va da atenție secțiunii conductorului de racordare și modului de racordare la bornele aparatului.

5.9.2. *Verificarea siguranțelor tip LF și MPR*

Siguranțele fuzibile realizează protecția la scurtcircuit a aparatelor, motoarelor și circuitelor electrice împotriva curenților mari.

Din punctul de vedere al capacității de rupere, ele pot fi cu capacitate mică de rupere și cu mare putere de rupere (de uz industrial).

Caracteristicile tehnice ale siguranțelor fuzibile sînt: curentul nominal, tensiunea nominală, caracteristicile de fuziune și capacitatea de rupere.

Siguranțele tip LF (25, 63, 100 A) cuprind: soclu, capac, patron și piesă de contact. Patroanele se execută în variantele: lente, rapide și ultrarapide, în funcție de timpul de topire a fuzibilului.

Montarea soclurilor pe contrapanouri se face de obicei prin intermediul unor plăcuțe de cauciuc, ce au rolul

de a amortiza vibrațiile care ar putea conduce la spargerea porțelanului.

Soclul nu trebuie să prezinte fisuri sau crăpături care ar favoriza apariția conturnărilor. Niturile care țin părțile metalice trebuie să fie fixate și să nu se slăbească după cîteva înșurubări ale capacului.

Capacul trebuie să fie rigid și să se înfileteze bine în soclu, fără ca partea metalică să se desprindă de corpul ceramic. El va trebui să aibă un vizor de sticlă.

Patronul fuzibil trebuie să fie de tipul și valoarea prevăzută în documentație. Se va verifica starea fuzibilului, indicată la bumbul metalic ce se află la partea inferioară a lui. Patroanele rapide au timpi de topire foarte mici. Ele protejează circuite foarte sensibile la supracurenți sau scurtcircuite cu efect distructiv.

Piesa de contact trebuie să fie curățită de lacul de lipire și să aibă valoarea corespunzătoare patronului.

Racordarea conductoarelor trebuie făcută cu atenție, șuruburile de prindere trebuiesc bine strînse, iar secțiunea trebuie să corespundă întru totul curentului nominal al circuitului.

Siguranțele de tip MPR pînă la 630 A se folosesc din ce în ce mai frecvent, pentru caracteristicile lor superioare (curenți de scurtcircuit foarte mari). Ele sînt formate din soclu și patron. Introducerea și extragerea patroanelor din soclu se face cu un mîner din bachelită.

Soclul, din material ceramic, trebuie să nu aibă fisuri sau crăpături. Racordarea la bornele lui se face cu conductori (monofilari), papuci, sau chiar bare. Între bornele de racord și alte corpuri metalice trebuie păstrată o distanță, care să asigure protecția la străpungere (de ordinul a 15—20 mm).

Patronul fuzibil, de tipul și valoarea prevăzută, trebuie să aibă semnalizatorul de rupere întreg. El se introduce cu multă grijă, pentru a nu atinge cu mîna furca.

Se recomandă ca, din motive de protecție a muncii, bornele aparente ale siguranțelor, să fie protejate cu ecrane din materiale izolante. Atît soclul cît și patronul trebuie să nu prezinte nici un fel de deformație.

Tabelul 5.4

Alegerea siguranţelor pentru protecţia la scurtcircuit

Curentul de serviciu al aparatului, A		0,4	0,55	0,75	1	1,3	1,8	2,4	3,3	4,5	6	8	11	15	20	25	32
Curentul nominal al fuzibilului, A	Siguranţe rapide	2	2	4	4	6	6	10	16	20	20	25	35	50	63	80	100
	Siguranţe lente	—	2	2	4	4	6	6	10	10	16	20	25	35	50	63	80

5.9.3. *Verificarea releelor termice*

Releele termice sînt destinate protecţiei motoarelor electrice la suprasarcină. Ele sînt prevăzute cu un dispozitiv de protecţie antibifazică, care măreşte sensibilitatea releului la suprasarcini asimetrice (întreruperea unei faze).

Pentru protecţia la scurtcircuit se recomandă a se monta înaintea releului siguranţe a căror valoare se indică în tabelul 5.4.

Domeniul de reglaj al releului este între 0,67 şi $1I_s$.

Releele termice se pot monta orizontal sau vertical, cu excepţia poziţiei verticale cu lamela compensatoare în sus, deoarece în această poziţie, lamela este încălzită suplimentar de bimetal. Se vor monta pe o placă de cauciuc de minim 2 mm grosime. După montare, funcţionarea releului se va verifica rotind butonul de reglaj al releului în cîmpul scalei, corespunzător curentului absorbit de motor la sarcina nominală. Se recomandă utilizarea releelor termice pentru care curentul absorbit de motor la sarcina nominală se situează în zona mijlocie a scalei.

În cazul cînd temperatura medie ambiantă se încadrează în cîmpul: +15°C la +30°C, butonul se va lăsa în această poziție.

Se va trece apoi la verificarea reglajului. Se pune în sarcină nominală utilajul, întrerupîndu-se o fază, prin scoaterea unei siguranțe fuzibile.

Releul trebuie să declanșeze în intervalul 20—120 s.

Cînd timpul de declanșare este mai mic de 20 s, butonul se va roti în sensul curenților mari, pînă cînd releul va declanșa corespunzător.

Cînd timpul de declanșare este mai mare de 120 sec, butonul de reglaj se va roti în sensul curenților mici, pînă la producerea declanșării. La temperaturi peste +30°C, butonul se va roti în sensul curenților mari cu cca 1 mm pentru fiecare 5°C în plus, iar la temperaturi sub +15°C, în sens invers, în mod similar. Releul nu trebuie să prezinte fisuri ale carcasei de bachelită.

Se va mai verifica și funcționarea contactului auxiliar.

Releul termic cu transformator TSAW 400 se folosește pentru protecția la suprasarcină a motoarelor electrice trifazate de c.a. El este compus dintr-un transformator de curent și un releu termic obișnuit TSA 32, aflat în secundarul transformatorului.

Înaintea montării se va verifica corespondența dintre curentul absorbit de motor și domeniul indicat pe plăcuța releului. Se va acorda atenție secțiunii conductorilor utilizați pentru conectare.

5.9.4. *Verificarea transformatoarelor*

Transformatoarele utilizate în echiparea panourilor de automatizare pot fi de curent și de tensiune.

Transformatoarele de curent se montează de regulă pe bare, susținute de suporți.

La montarea lor se va ține seama de poziția de așezare pe bară, modul de așezare (sensul de intrare al curentului), conectarea conductoarelor la bornele secundare, și distanța de la borne la elementele metalice învecinate.

Carcasa izolantă trebuie să nu prezinte fisuri sau crăpături vizibile cu ochiul liber.

Transformatoarele de tensiune sînt frecvent folosite fie pentru alimentarea elementelor de comandă ale schemei, fie pentru protecţia circuitelor (separare).

Ele trebuie să corespundă din punctul de vedere al aspectului, bornele fiind distanţate corespunzător.

Transformatoarele nu trebuie să prezinte urme de străpungere sau conturnare.

Înaintea montării se va face şi o verificare prin alimentarea cu tensiunea nominală, urmărind dacă la alimentarea primarului se obţine tensiunea dorită în secundar (verificarea raportului de transformare). Se va acorda atenţie existenţei conductorului de protecţie, secţiunii conductoarelor de racord şi modului de prindere al transformatoarelor pe panou, dulap sau contrapanou. În cazul în care transformatorul bîzîie, sau se supraîncălzeşte (la temperatura nominală de funcţionare), acesta va fi deconectat, şi înlocuit cu un altul corespunzător.

5.10. Verificări generale şi ale subansamblurilor

5.10.1. *Verificarea aparatelor*

În subcapitolele precedente s-au arătat metodele cele mai des folosite pentru verificarea calităţii aparatelor electrice care echipează panourile, dulapurile şi pupitrele de automatizare. Avînd în vedere faptul că funcţionarea unei astfel de unităţi depinde în primul rînd de calitatea şi funcţionarea aparatelor, este necesar ca înaintea celorlalte operaţii cu caracter general să se efectueze testarea individuală a aparatelor.

Verificarea calităţii aparatelor se face urmărind integritatea lor, caracteristicile tehnice, care trebuie să corespundă celor prevăzute în documentaţia de execuţie, materialele şi piesele utilizate. Pentru toate acestea trebuie să existe certificate de calitate eliberate de întreprinderile producătoare. Ele trebuie să corespundă atît din punctul de vedere al simbolului cît şi al caracteristicilor.

Se va mai verifica şi modul de amplasare a aparatelor în dulap, modul de prindere a lor, modul cum s-au rea-

lizat conexiunile, traseele alese, secțiunile și culorile conductorilor, modul de racordare a lor la bornele aparatelor, inscripționarea capetelor conductoarelor (a tilelor și a aparatelor), execuția îngrijită a cablajului, corespondența textului etichetelor cu pozițiile de funcționare ale aparatelor etc.

În funcție de natura și destinația panourilor se mai pot face și alte verificări necesare, sau solicitate de beneficiar.

5.10.2. *Verificarea motoarelor de acționare*

În cadrul schemelor de automatizări se întîlnesc în mod frecvent și motoare de acționare. Avînd în vedere că funcționarea acestora este corelată uneori cu realizarea unor secvențe, sau că ea are ca rezultat o serie întreagă de secvențe, este necesar să se facă și verificarea motoarelor respective.

În primul rînd este necesar să se verifice dacă alegerea motorului s-a făcut corespunzător scopului, dacă caracteristicile lui (putere, turație, regim de lucru, tensiune etc.) corespund caracteristicilor procesului tehnologic respectiv.

Verificările propriu-zise ale motorului constau în:

— *verificări mecanice,* ce urmăresc corecta funcționare a mașinii, zgomotele și încălzirea lagărelor, așezarea periilor, sensul aerului de ventilație, comportarea la supraturare, măsurarea bătăii radiale a colectorului, măsurarea vibrațiilor etc.;

— *verificări electrice* constînd din verificarea rigidității dielectrice, proba de mers în gol, verificarea mersului silențios al mașinii, proba de mers în scurtcircuit, calitatea materialelor și a contactelor, proba de supratensiune.

În urma acestor probe, dacă motoarele corespund din toate punctele de vedere, ele pot fi conectate definitiv la rețea.

5.10.3. *Verificarea barelor. Distanțe de conturnare și de izolație*

Barele conducătoare de curent joacă un rol important în cadrul panourilor electrice de joasă tensiune. Ele pot fi din cupru sau aluminiu. La panourile cu bare se vor supraveghea în mod deosebit următoarele:

— alegerea traseelor barelor;

— îndoirea lor, curburi, coturi, paralelism;

— modul de amplasare a izolatoarelor, distanțele dintre ele, rigidizarea lor;

— prelucrarea suprafețelor de contact;

— executarea îmbinărilor (cu șuruburi);

— existența pieselor de dilatare (sau a pieselor elastice) în cazul în care lungimea barei depășește 2 m;

— corespondența și dispunerea fazelor pentru tot tabloul;

— modul de vopsire (culorile barelor);

— modul de strîngere a șuruburilor de îmbinare;

— distanța dintre bare (sau dintre acestea și celelalte părți metalice).

De regulă această distanță trebuie să fie cu mult superioară distanțelor de izolare, sau de conturnare prevăzute în norme.

Conform recomandărilor STAS R 9321-73, se definesc patru categorii de izolație, care fixează valorile minime pentru distanțele de izolație și de conturnare. Acestea sînt următoarele:

A — mediu curat și uscat;

B — mediu curat, puțin umed și fără variații mari de temperatură;

C — mediu cu puțin praf, umiditate variabilă și schimbări de temperatură;

D — mediu cu praf conducător sau cu condiții severe, variații de umiditate și temperatură.

Valorile minime ale distanțelor de conturnare și de izolație între părțile active și masă sînt indicate în tabelul 5.5.

Tabelul 5.5

Valorile minime, în mm, ale distanţelor de conturnare şi distanţelor de izolaţie între părţile active şi masă*

Tensiunea de izolaţie (tensiunea nominală a instalaţiei în curent alternativ), V	Categoria A			Categoria B			Categoria C			Categoria D		
	Distanţa de conturnare faţă de masă, mm		Distanţa de izolaţie în aer, mm (*L—M*)	Distanţa de conturnare faţă de masă, mm		Distanţa de izolaţie în aer, mm (*L—M*)	Distanţa de conturnare faţă de masă, mm		Distanţa de izolaţie în aer, mm (*L—M*)	Distanţa de conturnare faţă de masă, mm		Distanţa de izolaţie în aer, mm (*L—M*)
	a	b		a	b		a	b		a	b	
≤60	0,4	0,5	0,4	1	2	1	2	3	2	3	4	3
61— 127	0.5	1	0,5	1.5	2,5	1,5	2.5	3.5	2,5	4	6	4
128— 250	1	1,5	1	2	3	2	3	4	3	5	8	5
251— 380	1.5	2	1.5	3	4	3	4	6	4	6	10	6
381— 500	2	3	2	4	6	4	6	10	6	10	14	8
501— 750	3	4	3	6	10	6	10	14	8	14	20	10
751—1 000	4	6	4	10	14	8	14	20	10	20	28	14

a — valori valabile pentru materiale ceramice (steatită, porţelan) sau materiale izolante, care prezintă aceleaşi condiţii izolante; b — valori valabile pentru alte materiale izolante;

L—M — distanţa de izolaţie în aer între părţile active şi masă.

* În afară de cazul unui acord diferit între producător şi beneficiar, distanţele de izolaţie şi distanţele de conturnare între părţile active sau între părţile active şi o parte conducătoare inactivă, alta decît aceea care face parte din masă trebuie să fie cel puţin egale cu cele prevăzute pentru a, b şi *L—M*.

5.10.4. *Verificarea buclelor de reglare*

În situația în care toate aparatele care fac parte din buclele de reglare sînt în stare bună de funcționare (verificate conform § 5.10.1) și conectate corespunzător, trebuie ca și buclele de reglare să funcționeze corespunzător. Întrucît practica a scos la iveală și situații de excepție se recomandă ca înaintea punerii în funcțiune a procesului tehnologic, să se verifice și comportarea aparatelor conectate conform prevederilor documentației. Aceasta poate releva uneori deficiențe în cadrul ansamblului respectiv.

Pentru realizarea celor de mai sus, se va proceda astfel:

— se va verifica fiecare aparat în parte, din punctul de vedere al integrității, caracteristicilor, funcționării, alimentării, legăturilor, amplasării, manevrării etc.;

— se vor verfica conexiunile dintre aparate, ele trebuind să corespundă cu documentația de execuție;

— se fac verificări funcționale, dînd diferite valori parametrilor (presiune, temperatură, debit) și, creînd diferite situații limită, se urmărește modul de indicare, înregistrare (chiar comparativ), reglare, sensibilitatea, viteza de răspuns, modul cum reacționează elementele de execuție, stabilitatea aparatelor în funcționare, variația mărimilor măsurate, erorile etc.

Este bine ca fiecare element al buclei să aibă rolul pe care-l are de fapt în instalație. În cazul în care din tablou lipsesc unele aparate cu funcțiuni complementare, în buclă se recomandă ca acestea să fie înlocuite cu elemente cu funcțiuni similare.

Verificarea buclelor constituie, de altfel, ultima verificare, înaintea funcționări instalației respective.

Se va urmări în mod deosebit și verificarea funcționării regulatoarelor electronice.

5.10.5. *Verificarea instalațiilor pneumatice*

În cadrul automatizărilor complexe se întîlnește de multe ori utilizarea aparaturii pneumatice, fie separat, fie în comun cu aparatura electrică și electronică. Utilizarea

aparaturii pneumatice este indicată în special în procesele tehnologice cu caracter deosebit (pericol de incendiu), iar faptul că aparatele de acest gen au o funcționare silențioasă, sigură și economică, completează avantajele utilizării lor.

Instalația pneumatică cuprinde, de regulă linii pneumatice, elemente de racord și aparatele aferente.

Verificările la care se supun aceste instalații constau din:

— verificarea dimensiunilor de gabarit;

— verificarea calității, integrității și caracteristicilor tehnice ale elementelor pneumatice, materialelor și pieselor montate, cît și corespondența lor cu prevederile documentației tehnice;

— verificarea liniilor pneumatice, racordurilor, conductelor și rezervoarelor, din punctul de vedere al etanșeității (la presiune);

— verificarea culorii de vopsire și eventual a marcării conductelor;

— verificarea corespondenței dintre circuitul pneumatic și schema sinoptică de pe tablou;

— verificarea dispozitivelor de comandă și de protecție;

— verificarea funcționării, prin simulare.

Pentru reușita acestor verificări trebuie ca temperatura mediului ambiant să fie cît mai aproape de +20°C, iar aerul folosit să aibă presiune constantă și să întrunească caracteristicile „aerului instrumental".

5.11. **Verificări finale**

5.11.1. *Verificarea la funcționare în gol a schemei*

Această verificare se poate face în două moduri:

— prin simulări pe secvențe funcționale, în conformitate cu documentația de execuție (la executantul tabloului electric);

— pe secvențe funcționale în instalație, cu elemente montate (probă de mers în gol).

Verificarea prin simulări presupune, de fapt, o verificare a echipamentului electric în funcțiune, fără ca acesta să fie conectat la instalația pe care o deservește.

Se vor simula prin legături corespunzătoare la șirul de conectori sau între diversele aparate, aparatele sau conexiunile din afara echipamentului electric.

Scopul încercării este de a verifica dacă echipamentul răspunde la comenzi și furnizează elementelor exterioare semnalele necesare bunei funcționări.

În vederea verificării, tabloul va fi alimentat la tensiunea și frecvența nominală, în poziția sa de funcționare, în condiții normale de lucru. Verificarea se va face în conformitate cu schema desfășurată, pe secvențe, urmărind desfășurarea corectă a operațiilor.

Toate aparatele care cer o reglare prealabilă trebuie reglate conform indicațiilor din proiect. Pentru aceste verificări se pot folosi și dispozitive sau standuri construite special, care să alimenteze tabloul în condiții asemănătoare cu cele din instalația în care funcționează, și care urmăresc modul de comportare al acestuia la diferitele comenzi ce se dau.

Elementele locale de comandă (butoane, contacte, microîntrerupătoare, limitatoare etc.) pot fi înlocuite cu legături corespunzătoare la șirul de conectori, iar execuția corectă a comenzilor se va verifica vizual, ori cu ajutorul aparatelor de măsurat, și a lămpilor de control conectate corespunzător.

Se va verifica în mod special funcționarea corectă a dispozitivelor de deconectare, a blocărilor de protecție cît și comportarea echipamentului la pierderea tensiunii.

În cazul *probelor în gol* ce se execută în instalație, acestea se fac de obicei cu tot echipamentul electric conectat (fără sarcină), urmărind funcționarea și comportarea acestuia, modul cum se respectă secvențele necesare realizării procesului tehnologic, comenzile, protecțiile, semnalizările etc.

Se va urmări funcționarea dispozitivelor mecanice, blocaje, limitatoare.

Instalația trebuie să îndeplinească condițiile prevăzute în caietul de sarcini sau memoriul tehnic, să aibă o com-

portare corespunzătoare din punctul de vedere al manevrabilității și al protecției muncii.

În cadrul acestei încercări se va introduce tensiune și în acele aparate care funcționează mai rar, verificîndu-se (dacă este cazul) reglajul lor corect.

5.11.2. *Măsurarea rezistenței de legare la pămînt*

Existența protecției echipamentelor împotriva atingerilor accidentale a părților active și a părților metalice inactive se constată prin verificarea vizuală a respectării în întregime a prevederilor în acest sens.

Verificarea rezistenței de legare de protecție, se face prin măsurarea acesteia (cu ajutorul unei punți de măsură), între bornele de protecție și elementele de construcție metalică, care în mod normal nu sînt sub tensiune, dar care în mod accidental pot fi puse sub tensiune. În toate cazurile, valoarea rezistenței trebuie să fie sub 0,1 Ω.

Această verificare se face pentru fiecare dulap, tablou, pupitru, cutie, separat, luate independent de ansamblul din care fac parte, respectînd următoarele indicații:

— echipamentul va fi deconectat de la rețeaua de alimentare;

— aparatul de măsurat trebuie să fie foarte sensibil;

— echipamentul va fi legat la centura de protecție.

5.11.3. *Determinarea valorii rezistenței de izolație*

Măsurarea rezistenței de izolație se face cu instalația deconectată de la rețeaua de alimentare și masa echipamentului legată la centura de protecție.

Verificarea se execută pentru fiecare tablou, dulap, pupitru, cutie etc. separat, luat independent de ansamblul echipamentului din care face parte. Ea se face între circuitele separate electric, inclusiv între circuitele primare și cele secundare, cît și între circuite și masă.

Măsurarea se face cu ajutorul unui megohmmetru de curent continuu. Aparatura electrică și electronică, care nu poate fi încercată la tensiunea mărită, se deconectează în timpul încercării.

Proba se poate executa cu aparatele în următoarele stări:

— în stare rece şi uscată;

— în stare caldă;

— în stare umedă (umiditate relativă cca 95%).

În cazul cînd circuitul secundar se alimentează prin intermediul unui transformator, încercarea se face separat pentru:

— rezistenţa de izolaţie a conductorilor circuitului primar faţă de masă;

— rezistenţa de izolaţie a conductorilor circuitului secundar faţă de masă;

— rezistenţa de izolaţie între conductoarele circuitului primar şi conductoarele circuitului secundar.

Tensiunile la care se măsoară rezistenţa de izolaţie sînt cele cuprinse în tabelul 5.6.

Tabelul 5.6

Valoarea tensiunii la care se măsoară rezistenţa de izolaţie

Tensiunea de izolare, V						
	Curent continuu	60	300	660	800	1 200
	Curent alternativ	60	300	660 (500)	—	1 000
Tensiunea la care se măsoară rezistenţa de izolaţie, V	Curent continuu	500	500	1 000	1 000	2 500

Măsurarea rezistenţei de izolaţie se face prin aplicarea tensiunii timp de un minut. Valoarea minimă a rezistenţei de izolaţie se indică în norma de produs. În cazul în care nu se specifică astfel, ea va trebui să corespundă datelor din tabelul 5.7.

Se va face separarea electrică a circuitelor ce se încearcă, pentru a nu periclita integritatea altor elemente (redresoare, tranzistori, becuri, condensatoare etc.) conectate între circuitele ce se verifică.

Tabelul 5.7

Valori minime ale rezistenței de izolație

Tensiunea nominală a aparatului, V	Starea	Valoarea minimă a rezistenței de izolație, MΩ
Sub 110	în stare uscată	2
	în stare caldă sau umedă	0,25
De la 110 pînă la 440 inclusiv	în stare uscată	6
	în stare caldă sau umedă	0,5
De la 500 pînă la 1 200 inclusiv	în stare uscată	10
	în stare caldă sau umedă	1

5.11.4. *Verificarea rigidității dielectrice*

Verificarea rigidității dielectrice a echipamentului electric se face în aceleași condiții în care s-a făcut verificarea rezistenței de izolație, imediat după executarea acesteia și numai dacă rezistența de izolație și cea a legăturilor la pămînt măsurate, este corespunzătoare. Ea se face aplicînd tensiunea de probă numai conductoarelor circuitelor de forță și de comandă alimentate direct la rețea.

Aparatele care nu rezistă la tensiunea de încercare (redresoare, becuri, tranzistori, condensatoare) se vor deconecta din circuitele supuse încercării.

În timpul încercărilor, transformatoarele vor avea cîte un capăt al fiecărei înfășurări deconectat.

Tensiunea de încercare se aplică:

— între toate conductoarele circuitelor supuse probei, scurtcircuitate între ele și masa echipamentului, legată la pământ;

— între grupul de conductoare ale unei faze, scurtcircuitate între ele și grupurile similare ale celorlalte faze.

Tensiunea de încercare va fi asigurată de la o sursă de curent alternativ, avînd o putere minimă de 500 VA și posibilitatea de reglare a tensiunii între zero și valoarea maximă a tensiunii de încercare, care se poate alege după tabelul 5.8.

Tabelul 5.8

Tensiunea de încercare pentru PEJT (circuite primare și circuite auxiliare)

Tensiunea nominală de izolație (curent alternativ), V	Tensiunea de încercare a dielectricului în curent alternativ (valoare eficace), V
0— 60	1 000
61— 125	1 500
126— 250	2 000
251— 500	2 500
501— 750	3 000
751—1 000	3 500

Observație. Pentru curent continuu aceste valori se vor majora cu 20%.

La verificarea rigidității dielectrice se vor mai respecta și următoarele indicații:

— echipamentul va fi deconectat de la rețeaua de alimentare;

— borna de protecție a echipamentului va fi legată la centura de protecție;

— se vor lega în scurtcircuit înfăşurările secundare ale transformatoarelor de curent;

— circuitele vor fi verificate pe tensiuni nominale;

— se vor lua măsuri deosebite pentru respectarea normelor de protecţia muncii.

Se va aplica tabloului, mai întîi, o tensiune de cel mult jumătate din valoarea prescrisă, iar apoi se va creşte tensiunea în mod progresiv, timp de cîteva secunde, spre a atinge valoarea, care se menţine constantă timp de un minut.

Întrucît echipamentele electrice conţin o mare diversitate de tipuri constructive şi funcţionale de aparate, avînd de regulă şi o mare împrăştiere a valorilor tensiunii pentru care a fost dimensionată izolaţia, în scopul evitării îmbătrînirilor premature, datorită suprasolicitărilor sau a solicitărilor repetate, se recomandă:

— evitarea repetării încercărilor de verificare a rigidităţii dielectrice;

— refacerea încercărilor numai pentru porţiunile de circuit ce nu au corespuns, numai după remedierea defectului şi reverificarea rezistenţei de izolaţie;

— în cazul repetării acestei încercări, din oricare alte motive, tensiunea de încercare se va diminua cu 15% faţă de valoarea anterioară a tensiunii de încercare.

Încercarea este considerată satisfăcătoare atunci cînd nu se produce nici o conturnare sau străpungere, iar caracteristicile materialelor electroizolante nu au suferit modificări sensibile.

Condensatoarele de antiparazitare, instalate între părţile active şi masă, trebuie să nu fie deconectate, ele trebuind să suporte încercarea dielectrică.

5.11.5. *Verificarea comportării la încălzire*

Încercarea de încălzire are ca scop să verifice dacă nu sînt depăşite limitele de încălzire ale elementelor în funcţionare. Ea se efectuează ţinînd cont de regimul nominal de exploatare prevăzut pentru panou (de regulă ca probă de tip).

În vederea încercării, panourile vor fi aşezate ca şi în serviciul normal. Încercarea se poate face fie la curenţii

Tabelul 5.9

Alegerea secţiunii conductoarelor de racord la proba de încălzire

Domeniul curentului nominal real*, A	0...7,9	7,0...15,0	15,0...22	22...30	30...39	39...54	54...72	72...93	93...117	117...147	147...180	180...216	216...250	250...287	287...334	334...400
Valoarea curentului standardizat** A	<6	8 10 12	16 — 20	25	32	40 — 50	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400
S, mm^2	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240

* Valoarea curentului trebuie să fie superioară valorii din prima linie şi inferioară sau egală cu valoarea înscrisă în a doua linie.

** Aceste valori sînt cele ale curenţilor standardizaţi şi sînt indicate numai cu titlu informativ.

nominali de serviciu, fie cu ajutorul unei rezistenţe electrice de încălzire, avînd o putere disipată echivalentă cu pierderile.

Căile de curent principale se vor alimenta cu tensiune scăzută, curentul avînd valoarea nominală a aparatului, sau valoarea nominală a releelor şi declanşatoarelor de curent. Secţiunea conductoarelor exterioare de racord, va trebui să fie egală cel puţin cu valoarea dată în tabelul 5.9.

În cazul în care în cadrul aceluiaşi panou sînt mai multe circuite principale, asupra cărora nu se cunosc date speciale privind încărcarea, se admite ca, curentul de încercare să fie egal cu suma acestora înmulţită cu un factor α, a cărui valoarea este funcţie de numărul circuitelor, după cum rezultă din tabelul 5.10.

Tabelul 5.10

Valori ale coeficientului α

Numărul circuitelor	α
2 şi 3	0,9
4 şi 5	0,8
6—9	0,7
10 şi mai mult	0,6

Durata încercării trebuie să fie suficientă pentru ca încălzirea să atingă o valoare constantă, ea fiind practic îndeplinită atunci cînd încălzirea nu depăşeşte un grad Celsius pe oră. Se poate scurta durata încercării, crescînd curentul în prima parte a încercării şi revenind apoi la curentul prevăzut pentru încercare.

Încălzirea aparatelor din panou nu va trebui să depăşească valorile prescrise.

Măsurarea temperaturii se face cu ajutorul termocuplelor sau termometrelor ce trebuie protejate împotriva

curenţilor de aer şi a radiaţiilor calorice. Pentru precizia măsurării se vor alege mai multe puncte de măsură.

Aparatele trebuie să funcţioneze în mod satisfăcător în limitele de tensiune prescrise, la temperatura din interiorul panoului.

5.11.6. *Verificarea comportării la curent limită dinamic şi termic*

Încercarea se face de obicei pentru aparate de curenţi mari şi pentru legăturile în bare ale panourilor de distribuţie (ca probă de tip). Se execută în circuit monofazat pentru aparatele monofazate şi în circuit trifazat pentru cele ce funcţionează în curent alternativ trifazat, la tensiunea nominală a aparatului, mărită cu 10%.

Curenţii de încercare, constantele de timp ale circuitelor de încercare în curent continuu şi respectiv factorii de putere în curent alternativ vor fi cei indicaţi de fabrica producătoare. Se recomandă a se executa trei treceri ale curentului prin aparatul supus încercării, la intervale de circa 30 s. După efectuarea încercării, aparatul trebuie să rămînă în stare de funcţionare. Dacă parametrii staţiei de încercare nu permit obţinerea curentului de durată necesar, se poate reduce valoarea eficace a curentului, durata încercării fiind mărită în consecinţă, cu condiţia ca valoarea de vîrf maximă a curentului să nu fie inferioară celei impuse. În vederea obţinerii valorii de vîrf necesare, se poate mări valoarea eficace a curentului peste valoarea impusă, durata încercării fiind redusă în consecinţă.

Încercarea de verificare a comportării la curent limită termic se execută în condiţii asemănătoare cu cele pentru curentul limită dinamic. Căile de curent principale se vor alimenta cu tensiune scăzută, iar în cazul existenţei mai multor circuite, se admite ca nu toate să fie încărcate simultan la sarcina maximă. Curentul de încărcare în acest caz poate fi redus cu un factor a cărui valoare depinde de numărul circuitelor de curent.

Valoarea curentului limită termic va fi cea indicată de fabrica producătoare, norma de produs, sau standardul aparatului respectiv.

În cazul în care caracteristicile instalației de încercare nu permit realizarea parametrilor impuși, măsurarea poate fi făcută în una din variantele:

— dacă curentul de scurtă durată admisibil nu poate fi obținut pe durata nominală, valoarea eficace a curentului în timpul încercării poate fi redusă sub valoarea specificată, durata încercării fiind mărită în consecință, cu condiția ca valoarea de vîrf a curentului să nu fie inferioară celei impuse;

— în vederea obținerii valorii de vîrf specificate, valoarea eficace a curentului poate fi mărită peste valoarea impusă, durata încercării fiind redusă în consecință;

— se admite verificarea separată a curentului limită termic și respectiv dinamic, atunci cînd parametrii instalațiilor de încercare nu satisfac condițiile pentru verificarea simultană.

Pentru aparatele trifazate se recomandă ca cele trei căi de curent să se lege în serie.

Temperaturile se vor măsura numai cu ajutorul termocuplurilor.

5.11.7. *Verificarea comportării la scurtcircuit*

Această verificare se va face pentru toate panourile electrice (ca probă de tip), cu următoarele excepții:

— panouri fără sisteme de bare colectoare, ce au un curent de scurtcircuit prezumat la bornele de sosire, de maximum 5 kA;

— panouri cu un curent nominal maxim de 63A, protejate prin siguranțe fuzibile, avînd un curent de scurtcircuit prezumat de maximum 15 kA;

— circuite auxiliare, racordate la transformatoare speciale, a căror putere nominală nu depășește 10 kVA;

— elementele componente ale panourilor care au fost supuse separat la această probă, în cadrul probelor de tip.

În cazul în care circuitul de încercare conține siguranțe fuzibile, acesta va fi echipat, pentru încercare, cu fuzibil de calibru maxim.

Valoarea curentului de scurtcircuit se va determina după oscilograma de etalonare, conexiunile pentru racordarea panoului fiind scurtcircuitate printr-o legătură de impedanță neglijabilă, așezată cît mai aproape de bornele

de ieşire. Pentru încercarea unei plecări se vor scurtcircuita bornele respective de ieşire.

Panourile ce cuprind bare colectoare trebuie să fie supuse la o încercare suplimentară, care are ca scop să verifice comportarea la scurtcircuit a barelor colectoare. În acest caz se recomandă ca punctul de scurtcircuitare să se afle la minim 2 m de ultimul punct de alimentare.

În cazul cînd sistemul este format din mai multe porţiuni realizate în mod diferit, încercarea se va face pentru fiecare porţiune în parte.

Încercarea la scurtcircuit se face deobicei cu curentul nominal de scurtă durată, timp de o secundă. Pentru un timp mai scurt de o secundă, calculul curentului de scurtcircuit se face conform relaţiei:

$$I^2_c \cdot t = \text{constant.}$$

Pentru a obţine valoarea de şoc a curentului de scurtcircuit trebuie să se multiplice valoarea eficace a componenţei active a curentului de scurtcircuit cu un factor, conform tabelului 5.11.

Tabelul 5.11

Valori eficace ale curentului de scurtcircuit

Valoarea eficace a curentului de scurtcircuit a componentei alternative, kA	$\cos \Phi_{max}$	n
$I \leqslant 5$	0,7*)	1,5*)
$5 < I \leqslant 10$	0,5*)	1,7*)
$10 < I \leqslant 20$	0,3	2
$20 < I \leqslant 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

* Aceste valori corespund condiţiilor celor mai uzuale. În anumite cazuri (PEJT în apropierea transformatoarelor) se pot lua pentru n valori mai mari, care vor face obiectul unui acord între producător şi beneficiar.

Încercarea de comportare la curentul de scurtă durată nu se face decît o singură dată.

Dacă în panou există și un organ de protecție, curentul de scurtcircuit se va menține pînă cînd acest organ produce întreruperea.

După terminarea încercării conductoarele nu trebuie să prezinte deformații inadmisibile. Este admisă doar o ușoară deformație a barelor, cu condiția ca noile distanțe să se încadreze în distanțele de conturnare prescrise inițial.

Izolația conductoarelor, sau partea superioară a izolației aparatelor nu trebuie să prezinte deteriorări. Conexiunile conductoarelor nu trebuie să fie desprinse sau deșurubate.

Conductoarele de protecție trebuie să rămînă nedeformate iar toate aparatele din panou trebuie să rămînă în perfectă stare de funcționare.

5.11.8. *Măsurarea căderilor de tensiune*

Căderile de tensiune în contacte se vor măsura în curent continuu, pentru a elimina erorile de măsurare datorite inductanței cu ajutorul unui aparat de măsurat cu clasa de precizie de cel puțin 0,5.

Se vor executa circa cinci cicluri de acționare normală, fără curent, a aparatului de conectare respectiv, după care se trece prin calea de curent respectivă un curent egal cu valoarea curentului nominal al aparatului. După aceea se vor măsura căderile de tensiune în contacte, de mai multe ori.

Valoarea reală se obține făcînd media aritmetică a valorilor obținute.

Aceasta trebuie să se încadreze în valorile prescrise de normele de produs. În cazul în care valorile obținute diferă între ele cu mai mult de 50%, se va stabili cauza.

5.11.9. *Verificări în sarcină (după conectarea instalației tehnologice)*

Pentru panourile electrice și de automatizări, proba cea mai reprezentativă privind comportarea acestora este verificarea funcționării în sarcină. Aceasta se execută în

cele mai multe situații cu echipamentul electric montat în instalație, acolo unde dealtfel sînt întrunite toate condițiile impuse.

Această încercare se va executa numai după ce s-a executat proba de funcționare în gol, iar toate elementele instalației au fost reglate la valorile prescrise.

La încercările de funcționare în sarcină, pe instalația respectivă, trebuie reproduse perfect toate condițiile de funcționare spre a se putea urmări modul de comportare al tabloului. Cu ocazia acestor încercări se va face și o verificare a protecțiilor echipamentului, cît și a încălzirii acestuia în condiții de lucru.

Proba finală se va face avîndu-se în vedere regimul de lucru al instalației respective, verificînd fiecare secvență în parte, în funcție de prescripțiile schemelor electrice (documentație).

6. Exploatarea şi întreţinerea panourilor şi tablourilor de distribuţie şi de automatizare

6.1. Generalităţi

Panourile şi tablourile electrice de distribuţie şi de automatizare instalate, atît la centralele electrice de mare putere, în staţii de înaltă şi foarte înaltă tensiune, la marile platforme industriale, cît şi la toţi ceilalţi consumatori de energie electrică fac parte din categoria instalaţiilor energetice de a căror funcţionare normală depinde continuitatea alimentării cu energie electrică şi termică a tuturor consumatorilor, respectiv realizarea sarcinilor de plan în economie şi satisfacerea nevoilor consumatorilor casnici.

Siguranţa în funcţionare a acestor instalaţii energetice nu înseamnă numai fiabilitatea potenţională (de proiect) ci şi fiabilitatea operaţională (în funcţiune) care depinde în mod direct de modul în care se execută exploatarea acestor panouri şi lucrările de întreţinere şi reparaţii.

Pentru asigurarea funcţionării sigure şi economice a panourilor şi tablourilor de distribuţie şi de automatizare, ca şi a celorlalte instalaţii energetice de altfel, este necesară o exploatare raţională a lor şi aplicarea unui sistem de întreţinere şi reparaţii preventiv planificat. Prin acest sistem se urmăreşte diminuarea în măsură din ce în ce mai mare a reparaţiilor accidentale (neplanificate) şi creşterea ponderii lucrărilor cu caracter preventiv planificat.

Urmare normală a acestui sistem de exploatare, întreținere și reparații este reducerea duratelor totale de indisponibilitate, respectiv creșterea capacităților de producție, transport și distribuție a energiei electrice și termice către consumatori.

Buna gospodărire a fondurilor fixe din economia națională este reglementată prin legea nr. 62/1968, legea nr. 14/1971 și decretul nr. 304/1971, iar metodologia planificării, pregătirii și executării lucrărilor de întreținere și reparații la tablourile și panourile de distribuție și de automatizare este cuprinsă în „Regulamentul privind reparațiile la echipamentele și instalațiile energetice" elaborat de Ministerul Energiei Electrice care, conform H.C.M. 139/1969, este coordonator pe economie în elaborarea normativelor de reparații pentru fondurile fixe specifice ramurii respective.

Astfel acest regulament are caracter republican și se aplică de către toate unitățile economice de stat care dețin instalații tehnologice și auxiliare de producere, transport și distribuție a energiei electrice și termice.

În vederea prevenirii uzurii premature și a defecțiunilor accidentale, cum și pentru asigurarea unui grad ridicat de siguranță în funcționare este necesară cunoașterea și desfășurarea unei activități de exploatare, întreținere și reparații în cadrul unui sistem organizat, în continuă perfecționare, asigurarea dezvoltării capacităților de reparare în funcție de starea fizică a instalației respective, programarea, pregătirea din timp și asigurarea executării, cu caracter preventiv a lucrărilor, precum și ținerea unei evidențe statistice complete privind lucrările de exploatare, întreținere și reparații a panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare.

6.2. Exploatarea panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare

Prin exploatare se înțelege activitatea prin care panourile și tablourile electrice de distribuție și de automatizare sînt utilizate în scopul pentru care au fost proiec-

tate și realizate, urmărindu-se continuu, periodic sau accidental, funcționarea lor.

După felul deservirii cu personal, panourile și tablourile electrice de distribuție și de automatizare pot face parte din următoarele categorii de instalații energetice și industriale:

— instalații cu personal permanent de exploatare;

— instalații cu personal de exploatare la domiciliu;

— instalații fără personal de exploatare.

În funcție de categoria de deservire cu personal a instalațiilor respective, de importanță și de complexitatea instalațiilor se stabilesc periodicitățile pentru control, operațiile de supraveghere și lucrările curente ce se execută cu ajutorul personalului de deservire operativă.

Pentru supraveghere și control, în condiții de exploatare normală a instalațiilor, se recomandă următoarele periodicități:

— pentru instalațiile cu personal permanent, de două ori pe schimb respectiv la preluare și la mijlocul schimbului;

— pentru instalațiile cu personal de exploatare la domiciliu, de patru ori în 24 ore, un control la preluarea schimbului, un control la predarea schimbului și două în cursul schimbului. În cazurile de mai sus unul din controalele din schimbul de noapte se va face pe întuneric (cu iluminatul stins) pentru a se putea observa existența descărcărilor sau a contactelor slabe;

— pentru instalațiile fără personal permanent se va stabili o periodicitate între două controale pe lună și două controale pe an în funcție de importanța instalației și a consumatorilor alimentați cu energie electrică prin instalația respectivă, de starea fizică, de uzură, a instalațiilor, de încărcarea instalației și de condițiile meteorologice, de altitudine, de temperatură, de poluare (microclimatul zonei). Controalele în aceste instalații, fără personal permanent de exploatare se vor executa în perioada sarcinilor maxime.

Operațiile de supraveghere și control executate de personalul de deservire operativă se referă la:

a. *Supravegherea curentă* cu care ocazie se urmăreşte:

— gradul de încărcare al circuitelor;

— tensiunea;

— frecvenţa;

— sarcina activă şi reactivă;

— presiunea aerului în conducte;

— temperatura;

— citirea instrumentelor de măsură;

— semnalizarea funcţionării releelor de protecţie sau semnalizări preventive;

— supravegherea instalaţiilor de climatizare în funcţie de starea timpului şi controlul gradului de poluare.

b. *Supravegherea periodică,* prin examinare vizuală, la care se verifică:

— starea generală respectiv integritatea panourilor şi tablourilor, care nu trebuie să prezinte fisuri sau deteriorări;

— legătura la pămînt sau la nul a elementelor tablourilor sau panourilor care trebuie să fie în stare bună şi să nu existe posibilitatea întreruperii acestei legături;

— fixarea echipamentului electric, a releelor, aparatelor de măsură s.a. pe tablou sau pe panou, care trebuie să fie corespunzătoare;

— starea elementelor de legătură, încălziri locale anormale evidenţiate prin schimbarea nuanţei culorii, arderea vopselei sau prin încălzirea şirurilor de cleme;

— starea izolatoarelor, dacă nu se produc efluvii, descărcări parţiale, urme de conturnare, murdărirea izolatoarelor, fisuri;

— starea aparatelor de conectare, dacă sînt bine închise;

— zgomote produse în funcţionarea echipamentelor şi caracterul acestora: descărcări, arc, vibraţii în funcţionarea aparatelor sau a părţilor componente ale panourilor sau tablourilor;

— inscripţii referitoare la notarea barelor, circuitelor, şirurilor de cleme, valoarea patroanelor, siguranţelor fuzibile care trebuie să se menţină clare şi să corespundă cu cele de pe schema operativă;

— accesul la tablou sau panou și la elementele componente ale acestora care trebuie să fie liber și cu gabarite nemodificate;

— existența carcaselor de protecție contra atingerilor accidentale;

— starea vopsirii barelor, părților metalice ale panourilor și tablourilor și a carcaselor aparatelor;

— comportarea releelor, starea contactelor, vibrații pronunțate, încălziri anormale ale acestora, blocarea unor relee în măsura în care aceasta se observă fără a demonta capacul;

— observarea trecerilor cablurilor între diverse compartimente și sesizarea situațiilor care pot duce la extinderea incendiilor, la pătrunderea animalelor sau a umezelii;

— starea încăperilor în care sînt montate tablourile și panourile, starea ușilor, a încuietorilor, a iluminatului și a curățeniei încăperilor;

— verificarea condițiilor din punctul de vedere al pericolului de incendiu, praf, umezeală, agenți chimici, deteriorări mecanice, dacă nu s-au modificat față de situația pentru care au fost proiectate panourile sau tablourile respective.

Lucrările de exploatare care se execută de personalul de deservire operativă al instalațiilor la panourile și tablourile electrice de distribuție și de automatizare și la încăperile în care sînt montate aceste panouri sînt:

— verificarea și completarea instalației de iluminat general de lucru și a instalației de iluminat de siguranță;

— verificarea funcționării semnalizărilor generale. După probele și verificările făcute se vor reconecta pe poziția „în funcțiune" toate comutatoarele manevrate, se vor anula semnalizările apărute cu ocazia probelor, se va urmări ca toate lămpile să funcționeze, becurile arse se vor înlocui cu altele de aceleași caracteristici;

— verificarea alimentării cu tensiunea operativă a baretelor și buclelor conform indicațiilor voltmetrelor montate pe panouri, ale lămpilor de prezența tensiunii și prin lipsa unor semnalizări care să arate că există întreruperi în alimentarea circuitelor de comandă sau protecție, veri-

ficarea stării siguranţelor automate sau fuzibile de pe aceste circuite, conectarea şi respectiv înlocuirea patroanelor arse;

— verificarea indicatoarelor aparatelor de pe panourile de comandă;

— înlocuirea benzilor înregistratoare, reglarea şi completarea cu cerneală a aparatelor înregistratoare;

— curăţirea de praf a panourilor şi a releelor (în exterior) luîndu-se măsurile menite să împiedice declanşările nedorite şi măsurile de securitate a muncii necesare;

— înlocuirea siguranţelor şi a becurilor arse;

— completarea inscripţiilor;

— completarea evidenţelor tehnice operative, citirea şi înregistrarea datelor de funcţionare, citirea contoarelor.

În afara acestor lucrări curente personalul de deservire operativă mai execută manevrele pentru retragerea din exploatare sau pentru repunerea în funcţiune a unor circuite, face admiterea la lucru a formaţiilor de întreţinere, manevre sau lucrări mărunte în cazuri de avarii sau incidente, citirea şi interpretarea semnalizării funcţionării diferitelor protecţii prin relee sau întreruperi prin arderea siguranţelor.

6.3. Întreţinerea panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare

Lucrările de întreţinere şi reparaţii ale panourilor şi tablourilor electrice au un caracter preventiv, planificat în vederea prevenirii uzurilor premature, a avariilor şi defecţiunilor din instalaţii şi constau în revizii tehnice şi reparaţii periodice.

Încadrarea în cele două categorii — revizii tehnice şi reparaţii — a lucrărilor care se execută, se face în funcţie de:

— volumul lucrărilor necesare de executat şi valoarea de deviz a acestora;

— ciclul de funcţionare a utilajului;

— starea fizică a instalaţiilor la data executării lucrării.

6.3.1. *Revizia tehnică (RT)*

Prin revizie tehnică se înțelege lucrarea ce se execută cu strictă periodicitate la panourile și tablourile electrice de distribuție și de automatizare în funcțiune sau în rezervă, în scopul prevenirii defectelor, a determinării stării de uzură și a naturii operațiilor ce urmează a se executa cu ocazia primei reparații. Cu ocazia reviziei tehnice se înlătură toate defecțiunile ce se constată, asigurîndu-se funcționarea normală a instalației pînă la următoarea lucrare de întreținere.

Reviziile tehnice la panourile și tablourile de distribuție și de automatizare se vor executa cu o *periodicitate de un an.*

Lucrările de revizii tehnice se execută de obicei la locul de montaj.

În cadrul tehnologiei de întreținere lucrările de revizii tehnice constau în anumite operațiuni obligatorii specifice elementelor componente ale panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare respectiv construcției metalice, barelor colectoare și baretelor, instalațiilor de legare la pămînt, aparatajului de comutație, de protecție, de măsură, de automatizări, indicatoare și lămpi de semnalizare, elementele conexe ale panourilor și tablourilor etc.

Construcția metalică. Cu ocazia reviziei tehnice se face un control vizual asupra stării construcției metalice, care nu trebuie să prezinte deformări mari la partea din tablă. Scheletele la panourile și tablourile metalice, care sînt confecționate de obicei din profile, nu trebuie să prezinte deformări față de axă lor longitudinală. Denivelările de la partea din tablă a panoului sau tabloului și deformările profilelor se notează pentru a fi remediate cu ocazia primei reparații. Profilele metalice cu deformări mari se îndreaptă, iar cele rupte se îndreaptă și apoi se sudează electric. Profilele metalice care au fost încălzite pentru îndreptare sau sudate vor fi protejate cu un strat de vopsea email pe bază de ulei, pe porțiunea în care s-a intervenit.

Se controlează prin strîngere starea de fixare între panouri sau între tablouri şi fixarea faţă de sol. Elementele de strîngere slăbite se vor strînge cu o forţă de strîngere corespunzătoare cheii fixe.

Se verifică dacă inscripţiile de marcare de pe panou sau tablou corespund notaţiilor din proiect sau schemele de funcţionare valabile, în caz negativ făcîndu-se corecturile cuvenite.

Atît înainte de începerea lucrărilor de revizie, cît şi la terminarea lor, panourile vor fi şterse de praf cu cîrpe uscate sau cu aspiratorul de praf.

Instalaţiile de legare la pămînt. Toate elementele bune conducătoare de electricitate (metalice) care nu fac parte din circuitele curenţilor de lucru, dar care în mod accidental ar putea ajunge sub tensiune, printr-un contact direct sau prin intermediul unui arc electric, trebuie legate la pămînt.

Cu ocazia reviziei tehnice se controlează vizual dacă panourile şi tablourile sînt legate la pămînt şi dacă legăturile electrice şi sudurile sînt corespunzătoare.

Se va observa vizual dacă aparatajul şi aparatele sînt legate la centura de punere la pămînt existentă în panoul sau tabloul respectiv. În cazul în care se constată defecţiuni se refac legăturile la pămînt. Legăturile electrice trebuie să fie asigurate prin suprafeţe metalice curate, bine strînse sau sudate. Piesele de îmbinare trebuie să fie protejate contra coroziunilor.

Verificarea continuităţii legăturilor de punere la pămînt între panouri sau tablouri şi centura de legare la pămînt se face cu ajutorul unei truse de curent (de exemplu de tip TCT-2, fabricaţie ICEMENERG) şi al unui ampermetru de 20 A, de clasa de precizie 1.

La o bornă a trusei de curent se leagă în serie ampermetrul legat electric la partea metalică a panoului sau tabloului şi apoi succesiv şi la alte borne ale aparatajului cu legătură la pămînt (fig. 6.1). A doua bornă a trusei se leagă la centura prizei de pămînt.

Cu ajutorul trusei se aplică un curent de 20 A timp de 20 min, în care timp curentul nu trebuie să scadă. În cazul în care curentul scade, se vor verifica locurile de înă-

dire a legăturilor de la panou sau tablou și înădirile pînă la priză de pămînt (inclusiv) refăcîndu-se înădirile defecte. După refacerea înădirilor se repetă proba.

Cu ocazia reviziei tehnice se verifică și legăturile la pămînt ale mantalei metalice a cablurilor și a cutiilor terminale.

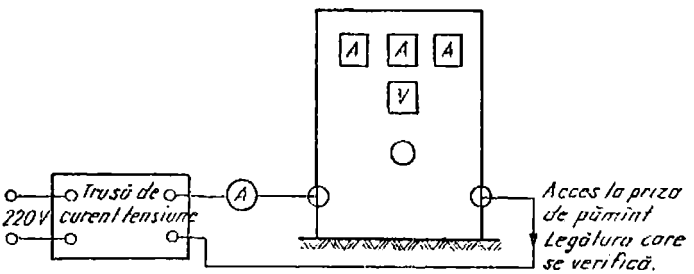


Fig. 6.1. Verificarea continuității circuitelor de legare la pămînt.

Se va verifica de asemenea să nu fie legate în serie la pămînt mai multe panouri sau tablouri, acest mod de legare fiind interzis.

Bare colectoare și barete. Se curăță de praf barele colectoare, baretele și izolatoarele, cu cîrpe din bumbac uscat și cu pensula, după care se spală izolatoarele cu solvent organic (neofalină sau spirt tehnic). Se constată vizual aspectul izolatoarelor și în cazul în care acestea prezintă fisurații, incontinuități ale glazurii sau deteriorări se vor înlocui.

Se verifică fixarea barelor colectoare și a baretelor prin strîngerea manuală cu chei fixe sau tubulare pînă la deformarea rondelei elastice.

Se măsoară rezistența de izolație, măsurare care are o periodicitate de 5 ani pentru barele colectoare și baretele de curent alternativ și de un an pentru barele și baretele de curent continuu.

Măsurarea rezistenței de izolație a barelor colectoare și a baretelor se execută cu megohmmetrul de 500 V în cazul în care tensiunea barelor și baretelor este mai mică

sau egală cu 300 V, cu megohmmetrul de 1 000 V în cazul în care tensiunea barelor și baretelor este între 300 V și 800 V și cu megohmmetrul de 2 500 V pentru tensiunea barelor mai mare de 800 V.

Verificarea se poate efectua executîndu-se măsurarea rezistenței de izolație pe întregul ansamblu al instalației sau numai la barele colectoare. La barele colectoare de curent alternativ se vor întrerupe prin scoaterea siguranțelor plecările spre consumatori, iar la barele și baretele de curent continuu se vor deconecta punerile la pămînt voite realizate conform prevederilor din proiect.

Borna megohmmetrului destinată pentru legare la pămînt se leagă la suporturile izolatoarelor barelor, suporturi ce sînt legate la pămînt, iar cealaltă bornă se leagă pe rînd la una din faze, în cazul barelor de curent alternativ, sau la unul din poli în cazul barelor de curent continuu.

Pentru încercarea cu megohmmetrul cu inductor se învîrtește manivela acestuia cu o turație constantă de aproximativ 120 rot/min, timp de 1 min și se citește valoarea rezistenței de izolație.

Dacă se folosește un megohmmetru tranzistorizat, după legarea barelor, se apasă pe butonul de pornire și după ce acul indicator s-a stabilizat la o valoare se citește indicația aparatului.

Valorile minime ale rezistenței de izolație sînt indicate în tabelul 5.6.

În cazul în care rezistența de izolație este sub aceste valori se vor spăla din nou cu un solvent organic (neofalină sau spirt tehnic) toate izolatoarele ceramice ale barelor, iar izolatoarele neceramice vor fi curățate de praf cu pensule uscate.

Dacă nici după spălare și curățare nu se obține o rezistență de izolare mai mare decît valorile minime indicate mai sus se determină prin eliminări succesive porțiunea defectă înlocuindu-se izolatoarele.

Încercarea cu tensiunea mărită a barelor colectoare și a baretelor se poate executa cu tensiunea alternativă de 1 . . . 3,5 kV, 50 Hz, timp de un minut în funcție de ten-

siunea nominală de izolație (tabelul 5.8) sau cu megohmmetrul de 2 500 V curent continuu timp de un minut.

Pentru barele de curent alternativ încercarea cu tensiune mărită se efectuează din cinci în cinci ani, iar pentru barele de curent continuu se va efectua ca urmare a unei funcționări incorecte sau după o modificare a instalației. Această verificare este obligatorie numai pentru instalațiile cu tensiunea peste 60 V curent continuu.

Verificarea se face între fiecare fază și pămînt, celelalte faze fiind legate împreună și la pămînt.

Se consideră satisfăcător rezultatul măsurătorii dacă nu apar străpungeri prin piesele izolante, prin aer sau conturnări și efluvii pe suprafața pieselor izolante și dacă acestea nu se încălzesc sensibil.

Separatoare. În mod obișnuit, la tablourile de distribuție se folosesc separatoare în aer, trifazate, pentru interior, cu acționare manuală. Cu ocazia reviziei tehnice se execută următoarele operații:

— se curăță de praf separatorul și se spală cu spirt tehnic sau cu neofalină, cu ajutorul unei pensule;

— se verifică și se constată vizual starea generală a separatorului și a mecanismului de acționare notîndu-se lucrările care nu periclitează funcționarea separatorului și care vor trebui executate cu ocazia primei reparații curente;

— se verifică rigiditatea fixării separatorului pe panou, prin strîngerea piuliților cu chei fixe, pînă la deformarea rondelei elastice;

— se fac cîteva manevrări ale separatorului pentru constatarea jocurilor din mecanism, care se notează pentru a fi eliminate cu ocazia primei reparații curente (dacă nu prezintă valori mari), apoi se ung articulațiile cu unsoare organică (U85);

— se verifică și se curăță contactele fixe și mobile cu spirt tehnic sau neofalină, iar urmele de perlare se pilesc cu o pilă fină;

În starea închisă a separatorului, contactele trebuie să fie suprapuse perfect, ceea ce se verifică cu spionul de 0,03—0,05 mm. O altă metodă practică de verificare a contactelor este interpunerea unei foițe subțiri de hîrtie între contacte la închiderea sepa-

ratorului. Această foiță de hîrtie trebuie să fie strînsă pe toată suprafața de contact și eliberarea ei trebuie să se facă cu un efort care să ducă la ruperea ei. Cu ocazia reviziei tehnice, însă la o periodicitate de cinci ani, se verifică presiunea de contact cu ajutorul unui dinamometru sau al greutăților stabilite (etalon), valoarea ei trebuie să fie cu cel mult 5% mai mică decît cea indicată de fabrica constructoare.

Forța de tracțiune se aplică în centrul contactului și este determinată în momentul întreruperii de către contactul separatorului a unui circuit format dintr-o sursă de tensiune de 12 V și un bec electric. În lipsa datelor de fabrică se poate accepta că un separator corespunde sub acest aspect, dacă forța de apăsare pe contact este de 0,4—0,5 N/A.

După ajustare și curățarea contactelor fixe și mobile acestea se ung cu un strat subțire de unsoare organică de protecție, de tipul AR-100.

— se spală izolatoarele separatorului cu un solvent (neofalină sau spirt tehnic), cu o pensulă. Întrucît întreaga lucrare se face la fața locului, la spălarea separatorului și a izolatoarelor, sub piesele care se spală se va așeza o tavă de colectare. Izolatoarele cu glazură incontinuă se înlocuiesc;

— se verifică funcționarea blocajului mecanic la poziția cuțitelor;

— se verifică instalația de legare la pămînt a separatorului;

— se verifică rezistența de izolație din cinci în cinci ani pentru a avea informații despre starea momentană a izolației.

Măsurarea rezistenței de izolație a separatorului se face în trei puncte:

— fiecare pol al separatorului (separatorul fiind închis) și părțile metalice care în mod normal nu sînt sub tensiune (sînt legate la pămînt);

— între bornele de legătură cu polarități diferite, separatorul fiind închis;

— între bornele de intrare și ieșire ale aceluiași pol, cu separatorul deschis.

Rezistența de izolație a pieselor izolate ale separatorului se va măsura cu un megohmmetru de 500 V (pentru separatoarele avînd tensiunea de izolație de 250 V), cu megohmmetrul de 1 000 V (pentru separatoarele avînd tensiunea de izolație 500—800 V) și de 2 500 V (pentru tensiune de izolație mai mare de 800 V).

Pentru efectuarea măsurărilor specificate mai sus borna de legătură la masă a megohmmetrului se leagă la partea metalică a separatorului. Izolația separatorului este supusă la tensiunea de

probă timp de un minut. Valoarea rezistenței de izolație măsurată cu megohmmetrul trebuie să fie mai mare de 2 MΩ.

Dacă valoarea măsurată este sub 2 MΩ izolația separatorului se curăță din nou de praf cu cîrpe de bumbac și apoi se șterge cu neofalină sau alcool tehnic.

După evaporarea și uscarea solventului se repetă aceleași măsurători. În cazul în care și de această dată rezistența de izolație a izolatoarelor este sub 2 MΩ, se înlocuiește izolatorul necorespunzător, iar dacă o treime din izolatoare nu prezintă gradul de izolație cerut, se înlocuiește separatorul cu unul corespunzător verificat sub toate aspectele.

Încercarea cu tensiune mărită se efectuează din cinci în cinci ani și se poate realiza cu tensiune alternativă de 2 500 V, 50 Hz, timp de un minut sau cu megohmmetrul de 2 500 V c.c. timp de 1 min.

Tensiunea de încercare se va aplica prin intermediul a două conductoare cu izolație adecvată pe întreaga instalație sau: între bornele de intrare și ieșire ale aceluiași pol al separatorului (separatorul fiind deschis), între bornele de legătură de polarități diferite (separatorul avînd contactele deschise sau între toate bornele și piesele de contact mobile legate electric între ele și toate piesele metalice accesibile în funcționare și care în mod normal nu sînt sub tensiune, șuruburile de fixare a soclului ramei sau carcasei separatorului pe locul de montare și porțiunea de atingere a organelor de acționare normală (manetă) direct, dacă sînt metalice (sau prin intermediul unei înfășurări metalice dacă sînt din materiale izolante).

În cazul în care se folosește metoda cu curent alternativ de 2 500 V, 50 Hz, încercarea se va executa cu ajutorul unei truse de tensiune.

Tensiunea care se aplică va fi ridicată în intervalul de 20—30 s în mod continuu, de la valoarea zero la valoarea 2 500 V și apoi va fi menținută timp de un minut la valoarea de 2 500 V.

Schema de principiu a montajului pentru încercări cu tensiunea mărită la 2 500 V și 50 Hz, a unui separator este arătată în fig. 6.2, unde s-a notat cu S — separatorul care se încearcă, cu TT — trusa de tensiune și K — întreruptorul cu pîrghie bipolar de 25 A.

Rezultatele probei se consideră corespunzătoare dacă în timpul încercării nu apar străpungeri prin piesele izo-

lante, prin aer, sau conturnări și efluvii pe suprafața pieselor izolante și dacă acestea nu se încălzesc sensibil (aproximativ 70°C).

Deși în ambele metode de încercare rezultatele sînt la fel de concludente, se recomandă metoda de încercare cu megohmmetrul de 2 500 $V_{c.c}$ care este mai simplă din

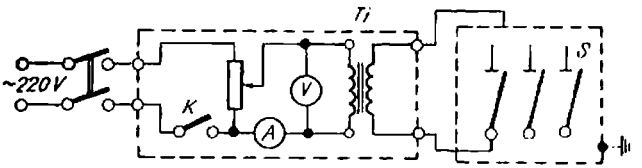


Fig. 6.2. Schema de principiu a montajului pentru încercări cu tensiune mărită.

punctul de vedere [al montajului schemei de încercare și din punctul de vedere] al normelor de protecția muncii.

Întreruptoare, contactoare și ruptoare. Panourile și tablourile de distribuție și de automatizare sînt echipate cu diferite tipuri și mărimi de întreruptoare, contactoare și ruptoare montate atît în circuitele de curent alternativ cît și în circuitele de curent continuu. Acestea pot fi acționate manual, pneumatic sau electromagnetic, cu sau fără instalații de protecție și de semnalizare.

Revizia tehnică a întreruptoarelor, contactoarelor și ruptoarelor montate pe tablourile și panourile de distribuție și de automatizare cuprinde următoarele operații:

— se demontează camerele de stingere, se șterge și se curăță de praf la fața locului aparatul cu cîrpe din bumbac uscate sau pensule și cu aspiratorul.

— se face o constatare exterioară asupra stării generale făcîndu-se notările cuvenite privitoare la urmărirea unor degradări aparente (capac, carcasă cu un început de fisurări, materiale cu început de îmbătrînire ș.a.).

— se desface capacul sau cuva de ulei și se verifică contactele principale de rupere. Perlările se rectifică cu o pilă fină în așa fel încît suprafețele de contact să nu prezinte denivelări și să asigure un contact perfect (întrebuințarea șmirghelului este interzisă).

Contactele ajustate se curăță cu neofalină sau alcool tehnic apoi se aplică cu pensula un strat subțire de unsoare organică de protecție. În cazul în care nu pot fi ajustate în mod corespunzător (plăcuțele de argint deformate mult, stratul argintat prezentînd deformări sau începuturi de fisurații) se înlocuiesc contactele. Contactele se înlocuiesc și dacă grosimea lor se reduce la jumătate din dimensiunea inițială. Verificarea presiunii de contact se face la cinci ani, conform celor arătate la revizia tehnică a separatoarelor. O atenție deosebită trebuie acordată forței de apăsare în contact care împreună cu o bună suprafață de contact asigură o rezistență electrică mică de contact a întreruptorului sau a contactorului.

Verificarea forței pe contact și a cursei în contact se execută la 10 ani.

În lipsa datelor de fabrică se recomandă pentru forța de apăsare în contacte (în newtoni) funcție de curenții maximi de lucru (în amperi) următoarele valori:

— întreruptoare cu pîrghie, contactoare cu came etc. cu contacte din cupru sau aliaje de cupru . . . . . 0,21—0,4 N/A;
— întreruptoare cu pîrghie, contactoare cu came etc., cu contacte de argint 0,2 —0,25 N/A;
— întreruptoare automate în aer . . 0,3 —0,4 N/A;
— contactoare în aer . . . . . 0,15—0,2 N/A;
— contactoare în ulei . . . . . 0,2 —0,25 N/A.

În cazul în care se constată că cursa în contact a scăzut pînă la 0,5...1 mm, contactele se consideră uzate și se înlocuiesc cu altele noi originale.

— Se verifică vizual resoartele de acționare, iar cele slăbite se întind sau se înlocuiesc.

— Se strîng șuruburile și piulițele slăbite. La fel se strîng piulițele de fixare pe panou a întreruptoarelor, contactoarelor și ruptoarelor pînă la deformarea rondelei elastice și se verifică legătura prevăzută la pămînt (dacă este cazul).

— Se spală cu neofalină sau alcool tehnic, cu o pensulă, întregul mecanism de acționare apoi, dacă este cazul, se elimină jocurile și se ung articulațiile cu ulei de vaselină

tehnică A — STAS 1094/70. Lagărele cu uzură avansată se înlocuiesc.

— Se controlează starea camerei de stingere care dacă nu prezintă deteriorări fizice, fisuraţii, rupturi etc., se curăţă, se suflă de murdărie şi praf şi se remontează.

— Se înlocuieşte uleiul la întrerupătoarele cu contactele în ulei, cu ulei conform STAS 811-72 sau cu uleiul indicat de fabrica constructoare.

— Se măsoară rezistenţa de izolaţie a întreruptoarelor, contactoarelor şi ruptoarelor din cinci în cinci ani în acelaşi fel ca la separatoare.

În cazul în care valoarea rezistenţei de izolaţie este sub 2 MΩ, aparatajul se curăţă din nou de praf prin suflare cu aer şi cu un solvent organic (neofalină sau spirt tehnic), repetîndu-se proba.

Dacă şi în acest caz rezistenţa de izolaţie este sub 2 MΩ, părţile izolante ale întreruptorului, contractorului sau ruptorului se vor usca în etuve sau cuptoare electrice, timp de 36 h la temperatura de 80°C. Dacă nici în acest caz nu se obţin rezultatele impuse aparatul se înlocuieşte. În cazul în care timpul de revizie nu permite operaţiile de uscare, după a doua curăţare, în cazul în care rezistenţa de izolaţie este sub 2 MΩ, întreruptorul, contactorul sau ruptorul se vor înlocui, iar cele demontate de pe panou după uscare se vor repara şi se vor monta la un alt panou sau se vor ţine de rezervă.

— La bobinele de acţionare ale întreruptoarelor, contactoarelor sau ruptoarelor, măsurarea rezistenţei de izolaţie se face din cinci în cinci ani cu ajutorul unui megohmmetru de 1 000 V. În cazul în care valorile rezistenţei de izolaţie sînt sub 2 MΩ, bobinele se vor usca într-un cuptor electric sau într-o etuvă, timp de 24—36 h, la o temperatură de 80°C. Dacă nu se reuşeşte realizarea unei rezistenţe de izolaţie a bobinei de 2 MΩ după operaţia de uscare, bobina se va înlocui. În astfel de situaţii se recomandă că se lucreze cu bobine de rezervă. Măsurările rezistenţelor de izolaţie se fac de obicei la faţa locului cu capetele bobinei desfăcute de la circuitul de comandă.

— Încercarea cu tensiune mărită se face din cinci în cinci ani şi se realizează la aceeaşi parametrii, cu aceleaşi aparate şi în aceleaşi scheme de montaj ca şi separatoarele.

— Măsurarea tensiunii minime de acționare se va efectua din cinci în cinci ani cu ajutorul unei surse de tensiune reglabile în mod continuu, avînd o putere astfel aleasă încît tensiunea la bornele bobinei să nu varieze atunci cînd se efectuează măsurătoarea. Pentru efectuarea măsurării trebuie să se asigure în prealabil un paralelism al suprafețelor de contact, un grad de închidere bun al contactelor (punctele de contact să fie pe întreaga suprafață a contactelor) și o curățire a contactelor. De asemenea, trebuie să corespundă forța de revenire a arcurilor de rapel. Folosind o trusă de curent-tensiune fabricație ICEMENERG se poate realiza schema de montaj din fig. 6.3.

Capetele bobinei de acționare se leagă la bornele de tensiune reglabilă a trusei de curent-tensiune.

Se ridică tensiunea progresiv, pînă la anclanșarea întreruptorului, contactorului sau ruptorului. Acestea se consideră anclanșate dacă contactele lor sînt perfect închise și dacă partea mobilă nu vibrează. În cazul în care apar vibrații înseamnă că nu s-au asigurat măsurile prealabile cerute acestei operații și deci sînt necesare remedieri.

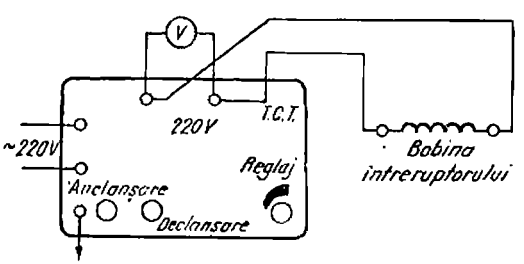


Fig. 6.3. Schema de montaj pentru măsurarea tensiunii minime de acționare a bobinelor.

Electromagneții de acționare trebuie să funcționeze în următoarele condiții:

— la o tensiune de 0,85 U_n armătura mobilă trebuie să fie atrasă și menținută fără să vibreze;

— desprinderea armăturii mobile trebuie să se facă între 0,7 U_n și 0,15 U_n, unde U_n este tensiunea nominală.

Deci, dacă în momentul acționării se citește indicația voltmetrului, tensiunea minimă de acționare măsurată nu trebuie să fie mai mică de 85% din valoarea nominală pentru anclanșări și de 70% pentru declanșări.

Această măsurătoare se efectuează în mod obișnuit la fața locului, fiind desfăcute capetele bobinei. În cazul în care verificarea se face în ateliere, aparatul se așează în poziție de funcționare normală. Înaintea începerii încercărilor, bobinele electromagneților se aduc la temperatura de regim. Deoarece trusa ICEMENERG furnizează curent și tensiune alternativă pentru verificarea contactoarelor sau ruptoarelor de curent continuu se va modifica în mod corespunzător trusa.

Relee. Revizia tehnică a releelor se execută la fața locului. Releele montate se curăță de praf, cu o cîrpă uscată sau o pensulă, se desface plomba, apoi se demontează capacul în vederea controlului interior al aparatului. Se aspiră praful cu ajutorul aspiratorului de praf, operație ce trebuie executată cu multă grijă pentru a nu se deteriora mecanismele și contactele.

Se face o constatare vizuală asupra întregului ansamblu al releului și se notează eventualele observații deosebite în legătură cu îmbătrînirea și degradarea unor elemente ce nu trebuie încă înlocuite.

Se fac mici reglaje, strîngeri de șuruburi, piulițe, corecturi de dimensiuni pentru asigurarea unor contacte bune. Se verifică legăturile electrice și se strîng pentru asigurarea unor contacte perfecte.

Se remontează capacul, se fac trei încercări de funcționare, apoi se plombează. În cazul în care nu funcționează corect, se verifică din nou cu atenție, întregul mecanism al releului și dacă nu se pot găsi și remedia defecțiunile, se înlocuiește.

După orice funcționare incorectă a releelor se va executa o revizie a acestuia. Releele la care s-a intervenit după o funcționare incorectă li se va efectua măsurarea rezistenței de izolație și încercarea cu tensiune mărită.

Reglajul releelor termice se execută pentru fiecare fază în parte și se poate face în mod obișnuit între 0,6 I_n și I_n (I_n fiind curentul nominal al aparatului):

— se conectează trusa de curent prin două cordoane flexibile de secțiune mare la bornele de intrare și ieșire ale întreruptorului;

— se conectează întreruptorul, se comută butonul de reglaj termic al releului pe poziția corespunzătoare curentului admis și se fixează pe trusă valoarea curentului de reglaj de suprasarcină;

— după 30 min se rotește cu viteză mică butonul de reglaj în sensul descreșterii valorii curentului, pînă se obține declanșarea întreruptorului;

— după răcirea elementului termic al releului se conectează din nou întreruptorul la aceeași valoare a curentului.

Cu aceste rezultate întreruptorul se consideră reglat termic pe faza respectivă, repetîndu-se aceleași operații și la celelalte două faze.

Reglajul releului termic al unui întreruptor prin care se alimentează un motor electric poate fi făcut și prin pornirea motorului electric în sarcină normală, lăsîndu-l să funcționeze în acest regim aproximativ 10 min. Cu motorul în plin mers se scoate o siguranță fuzibilă de la tablou. Dacă reglajul este corect, releul termic trebuie să declanșeze în interval de 2 min. Dacă nu declanșează, este necesar să se rotească butonul de reglaj (discul) spre limita 0,6 I_n.

Dacă nici în acest caz releul nu declanșează se impune o nouă revizuire a lui care poate depista defecțiunile mecanice (de exemplu o înțepenire a cursorului pe care acționează bimetalele) sau se impune înlocuirea lui.

Reglajul releelor electromagnetice se execută pentru fiecare fază în parte și se poate face fie fix, fie între două limite.

În mod obișnuit reglarea acestor relee se poate face între 5 și 10 I_n pentru protecția motoarelor electrice și între 3 și 6 I_n pentru protecția liniilor astfel:

— se conectează trusa de curent prin două cordoane flexibile de secțiune mare la bornele de intrare și ieșire ale întreruptorului;

— se fixează șurubul de reglaj electromagnetic la poziția corespunzătoare curentului maxim, se închide între-

ruptorul și se stabilește din trusă valoarea curentului de reglaj;

— se reduce valoarea curentului prin rotire cu viteză mică a butonului de reglaj, pînă se obține declanșarea;

— se execută încă două *conectări* ale întreruptorului, acesta trebuind de fiecare dată să declanșeze instantaneu;

Aceleași operații se execută și la celelalte două faze.

După executarea reglajelor se imobilizează prin vopsire în culoarea roșie elementele de reglaj (butoane, rondele, șuruburi) și se etichetează consemnînd denumirea laboratorului și data verificării.

Aparate (Instrumente) de măsură și control. Cu ocazia revizuirii tehnice aparatele se curăță de praf cu o cîrpă sau cu o pensulă.

Se verifică vizual integritatea fizică a aparatelor observîndu-se eventualele fisuri în carcasă, geamul cadranului, borne rupte, piuliță lipsă, integritatea plombei etc. Aparatele care prezintă neajunsuri sub acest aspect se demontează, se înlocuiesc cu altele corespunzătoare cu aceleași caracteristici și dimensiuni și se duc la reparat.

Se controlează vizual corectitudinea indicațiilor scrise pe reperele scalei gradate, precum și poziția de mișcare și acoperire a acului indicator. Dacă vizibilitatea indicațiilor de pe scala gradată se face greu și cu o precizie insuficientă, se va înlocui aparatul.

Verificarea funcționării aparatelor se face prin urmărirea vizuală a mișcării libere a sistemului mobil prin acul indicator și revenirea la reperul zero. Deviația remanentă față de reperul zero trebuie să fie cel mult 1,5% din lungimea scalei gradate. În cazul în care această cerință nu este satisfăcută, aparatul se demontează și se înlocuiește.

La fiecare doi ani se face o verificare periodică de stat cu demontarea aparatelor de pe panou, lucrările efectuîndu-se în laboratoare amenajate și autorizate în acest scop.

După verificarea periodică se va aplica marca de stat pe instrumentele de măsură, pe locul de sigilare sau pe plombele fixate pe sîrmă, care asigură sigilarea.

Marca de stat va trebui să conțină ultimele două cifre ale anului verificării și indicativul verificatorului.

La montarea aparatului de măsură se va avea în vedere asigurarea poziției de funcționare și o fixare sigură, prin strîngerea corespunzătoare a piuliților, pînă la deformarea rondelelor elastice. Apoi fiecare aparat se leagă separat la bara de legare la pămînt (dacă sînt prevăzute din construcție astfel de legături).

Contoarele pentru măsura energiei electrice. Revizia tehnică a contoarelor se face de obicei la fața locului.

Se curăță de praf carcasa contorului cu o cîrpă de bumbac sau cu o pensulă.

Se verifică vizual integritatea contorului observîndu-se eventualele fisuri în carcasă, integritatea plombei, geamul cadranului, borne rupte, decolorări prin supraîncălzire, piulițe lipsă etc.

Se verifică funcționarea contorului sub tensiune, observînd rotirea discului și zgomotul de funcționare. La un contor bine reglat discul trebuie să se rotească la o sarcină sub 1% din sarcina nominală. La rotirea discului nu trebuie să se audă zgomot.

Verificarea condițiilor de precizie a contorului, care are ca scop determinarea experimentală a erorii sale de măsură și constatarea încadrării valorii acesteia în limitele erorii admisibile, pentru clasa de precizie a contorului, se poate face la fața locului prin metoda wattmetru-cronometru sau prin metoda contorului etalon.

Contoarele care după verificarea de precizie au o eroare relativă procentuală mai mare decît cele prezentate în tabelul 6.1 se vor demonta și se vor înlocui.

Verificarea periodică de stat a contoarelor se face odată pe an la cele de clasa de precizie pînă la 1 (inclusiv), putîndu-se efectua concomitent și cu lucrările de revizie tehnică.

Se recomandă să se lucreze cu contoare de rezervă verificate care vor înlocui contoarele cu ocazia reviziei tehnice ale acestora.

Verificările anuale de stat ale contoarelor, la fiecare al doilea an, se vor executa obligatoriu în ateliere speciale sau laboratoare autorizate pentru repararea contoarelor.

Tabelul 6.1

(STAS 4198-79)

Felul controlului	Felul sarcinii	Valoarea curentului în procente din valoarea curentului de bază	Factor de putere	Limitele erorilor relative		
				cls. 0,5	cls. 1	cls. 2
Contoare de energie activă	Contoare trifazate cu sarcină echilibrată	la 5%	cos φ = 1	±1	±1	±2,5
		de la 10% până la curent max.	cos φ = 1	±1	±1	±2,5
		la 10%	cos φ = 0,5 inductiv	±1,3	±1,5	±2,5
			cos φ = 0,5 capacitiv	±1,3	±1,5	—
		de la 20% până la curent maxim	cos φ = 0,5 inductiv	±0,8	±1	±2
			cos φ = 0,8 capacitiv	±0,8	±1	—
	Contoare trifazate cu încărcare pe o singură fază și sistem simetric	de la 10% la 20%	cos φ = 1	±1,5	±2	±3
		50%	cos φ = 0,5 inductiv	±1,5	±2	—
		100%	cos φ = 0,5 inductiv	±1,5	±2	±3
Contoare de energie reactivă	Contoare trifazate cu sarcină trifazat	de la 20% la curent maxim	sin φ = 1	± 2,5		
		10%	sin φ = 1	± 3		
		de la 20% la curent maxim	sin φ = 0,5	± 2,5		
	Contoare trifazate cu încărcarea pe o singură fază și sistem simetric	de la 20% la 100%	sin φ = 1	± 3,5		
		100%	sin φ = 0,5	± 3,5		

După verificarea periodică se va aplica marca de stat pe contorul revizuit și verificat, pe locul de sigilare sau o plombă fixată pe sîrmă, care asigură sigilarea.

Ca și la aparatele de măsurat marca de stat va trebui să conțină ultimele două cifre ale anului verificării și indicativul verificatorului.

Fixarea contorului pe panouri se face cu ajutorul elementelor de strîngere ale căror piulițe se vor strînge pînă la deformarea rondelelor elastice.

Pentru o bună funcționare a contoarelor trebuie să se asigure la montare o verticalitate foartă bună care să nu prezinte abateri mai mari de 0,5° față de axa verticală, aceasta putîndu-se verifica cu o bulă de nivel cu aer.

Montarea și racordarea corectă a contoarelor este de o deosebită importanță. Trebuie să se acorde o atenție deosebită racordării corecte a bornelor contoarelor la bornele omologate ale transformatoarelor de curent. Astfel, înfășurarea primară a transformatorului de curent trebuie să fie racordată cu borna P_1 spre sursă, iar borna *1S* a înfășurării sale secundare trebuie conectată cu borna de intrare a contorului. Dacă transformatoarele nu au bornele marcate contorul nu se va conecta decît după identificarea acestora prin verificare în laborator.

Carcasele contoarelor trebuie să fie legate la o instalație adecvată de legare la pămînt.

Schemele electrice de racordare a contoarelor electrice de curent alternativ pentru energie activă sînt prevăzute în STAS 4198/2-68 (fig.6.4—fig. 6.8).

Schemele electrice de racordare a contoarelor electrice de curent alternativ pentru energie reactivă sînt prevăzute în STAS 4198/79 (fig. 6.9—6.12).

Transformatoare de curent. Se utilizează în scopul obținerii unor valori de curent, care să poată fi măsurate cu aparatele de măsurat obișnuite. În general se folosesc transformatoare de curent pentru montajul interior obișnuit cu izolație în rășini, putînd fi tip suport sau trecere.

Înainte de a fi scos de sub tensiune panoul sau tabloul în vederea verificării tehnice, se face un control general

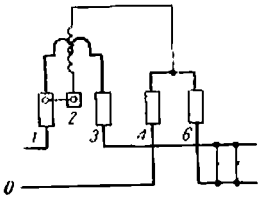


Fig. 6.4. Schema de conexiuni a contorului monofazat tip CAM.

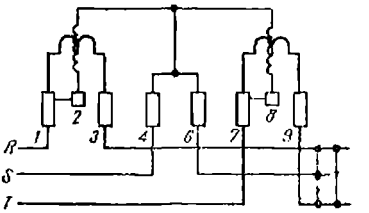


Fig. 6.5. Schema de conexiuni a contorului trifazat tip CA 32 pentru conectare directă.

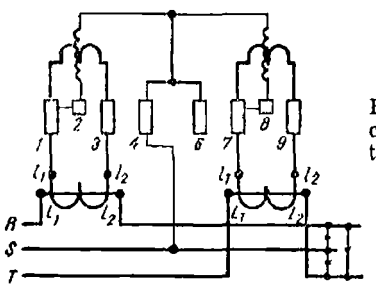


Fig. 6.6. Schema de conexiuni a contorului trifazlc tip CA 32 pentru conectare prin transformatoare de curent.

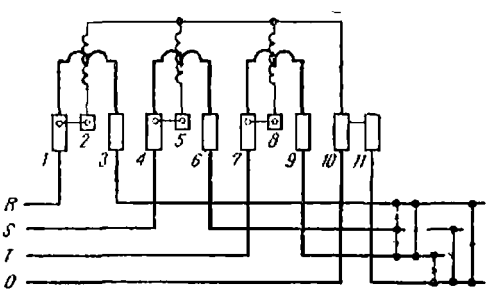


Fig. 6.7. Schema de conexiuni a contorului trifazat tip CA 43 pentru conectare directă.

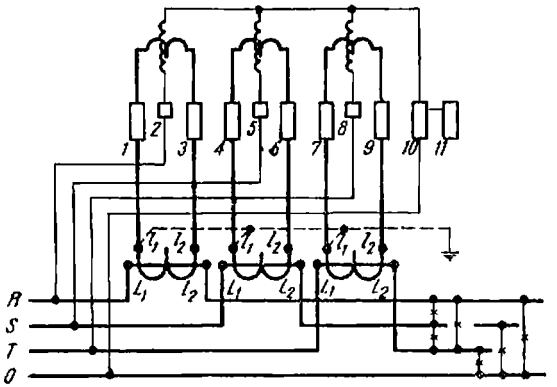


Fig. 6.8. Schema de conexiuni a contorului trifazat tip CA 43 pentru conectare prin transformatoare de curent.

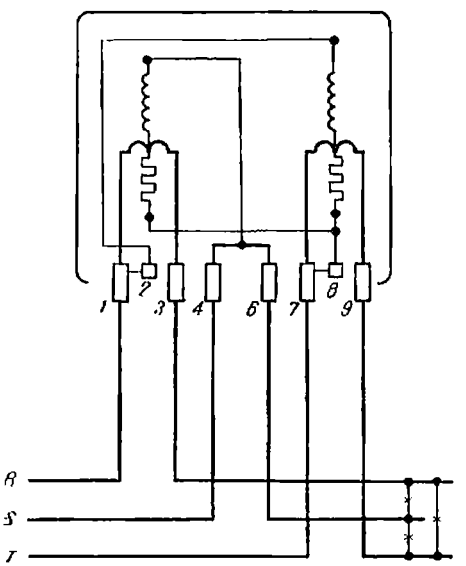


Fig. 6.9. Schema de conexiuni a contorului trifazat tip CR.32 pentru conectare directă.

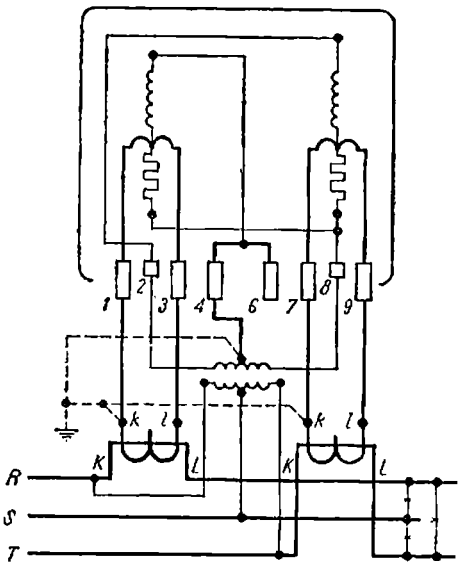


Fig. 6.10. Schema de conexiuni a contorului trifazat tip CR.32 pentru conectare prin transformatoare de curent.

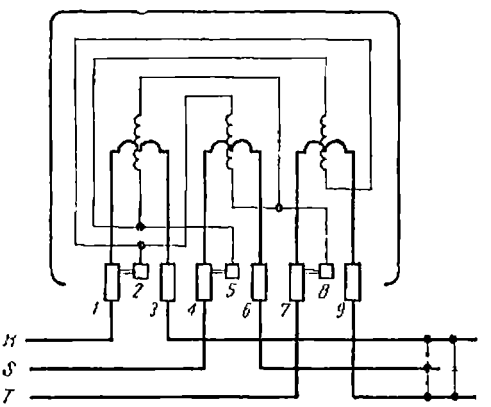


Fig. 6.11. Schema de conexiuni a contorului trifazat tip CR.43 pentru conectare directă.

vizual şi auditiv asupra stării transformatoarelor de curent.

După scoaterea de sub tensiune şi luarea măsurilor de protecţie transformatoarele de curent se curăţă de praf cu o cîrpă de bumbac sau pensulă.

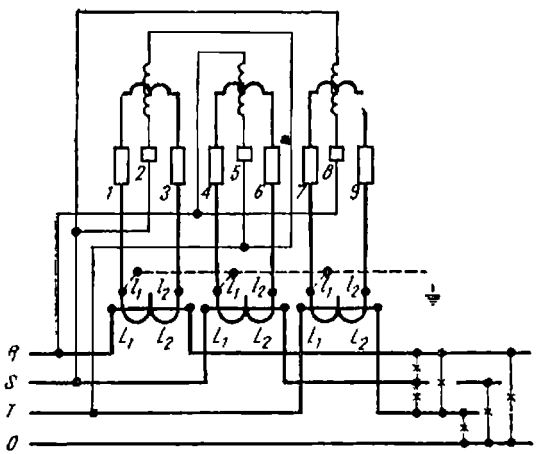


Fig. 6.12. Schema de conexiuni a contorului trifazat tip CR.43 pentru conectare prin transformatoare de curent.

Se face apoi o constatare şi un control vizual urmărindu-se starea izolaţiei, starea bornelor şi starea protejării părţilor oxidabile. Se verifică rigiditatea de fixare a transformatorului de curent.

Dacă izolaţia prezintă urme de conturnare, acestea se curăţă bine cu cîrpe de bumbac. Se mai verifică ca izolaţia să nu aibă fisuri sau urme de lovituri mecanice, care ar impune înlocuirea transformatorului.

Se verifică dacă părţile metalice ale transformatorului, care în mod normal nu sînt sub tensiune, sînt legate corespunzător la pămînt.

Din cinci în cinci ani se măsoară rezistenţa de izolaţie a înfăşurărilor cu un megohmmetru de 1 000 V. Măsurarea se face între cele două înfăşurări, primară şi secun-

dară și între fiecare înfășurare și corpul transformatorului de curent, care obligatoriu este legat la pămînt.

Valoarea rezistenței de izolație nu trebuie să scadă sub 75% din valoarea sa inițială dată de fabrica constructoare, dar să nu fie mai mică de 2 MΩ.

În cazul în care rezultatele măsurărilor nu corespund, se curăță din nou transformatorul de curent cu o pensulă și se repetă măsurarea. Dacă și de această dată valorile sînt sub limitele indicate mai sus se înlocuiește transformatorul de curent.

În timpul măsurărilor, transformatoarele de curent se izolează complet de restul circuitelor prin desfacerea contactelor, atît pe partea primară cît și pe partea secundară.

Tot din cinci în cinci ani se face încercarea cu tensiunea mărită a transformatoarelor de curent. Izolația înfășurărilor primară și secundară trebuie să suporte o tensiune de încercare de 2,5 kV la frecvența de 50 Hz sau o tensiune de 2 500 $V_{c.c.}$ Se recomandă folosirea megohmmetrului de 2 500 $V_{a.c.}$ metoda fiind mai simplă Tensiunea de încercare se va aplica între borna înfășurării primare și a celei secundare și între fiecare înfășurare și corpul metalic al transformatorului de curent, legat la pămînt.

În cazul folosirii metodei de încercare cu tensiune alternativă de 2 500 V, se aplică transformatorului de curent tensiunea de încercare timp de 1 min. Observarea unor eventuale străpungeri sau conturnări de izolație se face vizual, auditiv sau observîndu-se devierea acelor indicatoare ale aparatului de măsură. În timpul încercărilor transformatorul de curent se izolează prin desfacerea legăturilor atît pe partea primară cît și pe partea secundară.

Circuite. Panourile și tablourile de distribuție și de automatizare conțin și circuite secundare care în general au în componența lor *circuite de comandă* (care acționează în mod voit de la fața locului sau de la distanță aparatele din schema primară), *circuite de protecție și control* (care reprezintă legăturile aferente aparatelor de protecție, releelor, automatizărilor) și *circuite pentru alimentarea aparatelor de măsură, semnalizare și blocaj.*

Aceste circuite din panouri se execută din conductoare de cupru cu secţiunea de cel puţin 2,5 mm^2 pentru circuitele de curent şi de cel puţin 1,5 mm^2 pentru celelalte cazuri. Circuitele de telemecanizare din tablouri şi panouri se pot executa cu secţiunea minimă de 0,5 mm^2.

Conductoarele circuitelor trebuie să aibă o izolaţie care să nu fie supusă uzurii şi să fie confecţionate din material necombustibil sau greu combustibil.

Cablurile folosite la panouri vor avea de asemenea conductoarele din cupru. Înnădirea cablurilor de circuite secundare se admite numai pentru înlăturarea unor eventuale deranjamente la cablurile în funcţiune. Înnădirea se face cu manşon de plumb neadmiţîndu-se mai mult de un manşon la 50 m de cablu. Nivelul de izolaţie al înădirii realizate nu trebuie să fie inferioară nivelului de izolaţie al conductorului respectiv.

Ramificarea conductoarelor izolate trebuie să se realizeze numai prin intermediul regletelor cu borne sau al şirurilor de cleme. La şirurile de cleme se leagă de regulă conductoare izolate cu o secţiune minimă de 1,5 mm^2. La regletele cu borne cu legături lipite de una sau de ambele părţi, se vor lega cabluri sau conductoare izolate cu diametrul maxim de 1 mm.

Conductoarele monofilare cu o secţiune pînă la 10 mm^2 inclusiv şi conductoarele multifilare cu o secţiune de pînă la 4 mm^2 inclusiv, pot fi legate şi prin presare cu şurub, fără a avea papuci terminali. În toate aceste cazuri capetele conductoarelor multifilare trebuie să fie lipite (cositorite) sau sudate. Conductoarele monofilare cu secţiunea mai mare de 10 mm^2 şi cele multifilare cu secţiunea mai mare de 4 mm^2 trebuie să fie prevăzute cu papuci terminali sau alte piese terminale.

Conductoarele se marchează obligatoriu la ambele capete, prin montarea de tile pe izolaţia răsfrîntă şi suprapusă. Inscripţionarea se face cu peniţă topografică şi tuş special, în concordanţă cu schemele aferente.

Bornele şirurilor de cleme sînt de asemenea inscripţionate, conform schemei, fiecare şir de cleme fiind la rîndul său numerotat, inscripţionarea făcîndu-se pe capul şirului de cleme respectiv. Lamelele regletelor sînt nu-

merotate pe verticală cu cifre și pe orizontală cu litere; fiecare regletă se marchează cu cifre urmate de litera R.

Pentru aparatele ce au legătură în față (montate pe panouri), conductoarele vor trece prin garnituri de cauciuc sau material plastic, care se vor fixa în tabla panoului.

La revizia tehnică toate circuitele și legăturile lor se vor curăța de praf cu o pensulă și apoi cu aspiratorul.

Se face un control vizual verificîndu-se corespondența cu schema inițială. Se înlocuiesc sau se rescriu tilele care nu mai corespund sau cele cu vizibilitatea inscripționării redusă.

Dacă la controlul vizual al conductoarelor acestea prezintă uzuri ale izolației, (fisuri, lipsuri) se înlocuiesc conductoarele pe toată lungimea lor.

Legătura electrică a conductoarelor, fie rigide, fie multifilare, se poate realiza în trei feluri:

— cu conductoare dezizolate, necurbate;

— cu conductoare dezizolate, curbate în formă de ochi;

— prin intermediul pieselor de legătură (papuci).

Contactul legăturii electrice se poate realiza prin presarea conductoarelor dezizolate între două suprafețe plane metalice sau prin lipire (la bornele regletelor).

Lungimea conductoarelor necurbate dezizolate pentru fixare va fi egală cu lungimea părții de care se fixează, plus un capăt de ieșire de 1—2 mm. Izolația conductorului trebuie să atingă partea de care se fixează conductorul.

Lungimea conductoarelor dezizolate ce urmează să fie executate în formă de ochi va trebui să permită execuția lor inelară în așa fel încît între diametrul exterior al șurubului de fixare și diametrul interior al ochiului, să existe o diferență care să asigure un joc de montare, respectiv diametrul interior al ochiului să fie cu 0,3—0,5 mm mai mare decît diametrul șurubului de contact. Capătul îndoit trebuie să ajungă la aproximativ 0,2 mm de la începutul curburii conductorului dezizolat.

Îndoirea conductorului din cupru dezizolat se face cu ajutorul cleștelui cu falca rotundă.

În toate cazurile în care se folosesc conductoare multifilare (flexibile) partea de legătură, aceea dezizolată,

pentru un bun contact electric și mecanic se cositorește, de preferință în baie de cositor sau cu ciocanul de lipit.

Asigurarea legăturilor conductoarelor rigide prin intermediul pieselor de legătură, papuci, se face prin lipirea conductoarelor cu cositor-aliaj sau prin presare. Papucii de legătură se confecționează din bandă sau tablă de cupru sau alamă și au diferite forme și dimensiuni standardizate în funcție de locul de folosire și secțiunea nominală a conductoarelor de legătură. Papucii sînt protejați contra coroziunilor prin acoperire galvanică (cositorire, zincare, argintare etc.), folosirea lor fiind permisă numai în aceste condiții. Fixarea papucilor pe conductoare prin lipire se face prin turnare de cositor-aliaj de lipit după ce în prealabil ambele porțiuni care urmează a fi lipite se curăță de grăsimi și murdărie cu o perie de sîrmă, acid sau spirt tehnic și apoi sînt cositorite. După răcire lipitura se verifică manual, prin forțare mecanică ușoară, la smulgerea papucului din conductoare. Dacă nu apar fisuri în lipitură sau mișcări ale conductoarelor în papuci, lipitura se consideră bună și conductoarele pot fi legate. Rezistența la tracțiune (smulgere) a lipiturii trebuie să fie 70% din rezistența de rupere admisibilă la tracțiune a conductoarelor. Dacă la această verificare nu corespunde, se dezlipește papucul și se face o nouă lipitură cu un alt papuc.

În cazul presării papucilor pe conductoare, forța de presare maximă nu trebuie să fie mai mare de 2 500 N, ceea ce se realizează prin clești de sertizare, cu bacuri special construite. Căderea de tensiune la contactul papuc-conductor nu trebuie să fie mai mare de 7 mV pentru tipul papuc-clemă-știft (PCS) și 2 mV pentru papuc ștanțat izolat (PSI).

Legătura electrică a conductoarelor flexibile se face de asemenea prin intermediul papucilor ștanțați din tablă de cupru sau alamă și a papucilor presați și turnați din bronz. Papucii ștanțați și cei presați se prind de conductorul flexibil (în prealabil cositorit) prin lipire cu cositor aliaj sau prin presare după același procedeu tehnologic, descris mai sus la conductoarele rigide.

Papucii turnați se fixează de conductoare numai prin lipire cu cositor-aliaj. În tehnologia de lipire (prindere) a

papucului de conductorul flexibil, papucul se încălzește cu lampa de benzină înainte de turnare pentru că, răcindu-se încet, cositorul-aliaj să poată pătrunde cît mai bine între conductor și papuc.

Fixarea papucilor pe conductoare cu o secțiune nominală mai mare de 2,5 mm^2 (inclusiv) se recomandă a se executa prin presare.

În general în panouri și tablouri conductoarele sînt fixate de construcția metalică fie în pachete de conductoare, fie pozate singure.

Fixarea se face prin coliere, bride, scoabe sau cleme.

Cu ocazia reviziei tehnice, se verifică starea de uzură a bridelor a scoabelor și a clemelor de fixare, care nu trebuie să prezinte fisuri sau lipsuri și care, prin strîngerea lor, trebuie să asigure o fixare bună a conductoarelor. Elementele izolante și de protecție ce se interpun la fixarea între conductoare și partea de contact a bridelor, scoabelor și clemelor de fixare, trebuie să aibă un contact continuu față de suprafețele de strîngere, să nu prezinte frînturi și îndoituri sau lipsuri de materiale. Dacă aceste condiții nu sînt îndeplinite, ele se vor înlocui. Colierele de strîngere a conductoarelor sub formă de fascicule în pachet nu trebuie să fie rupte, fisurate, îmbătrînite, cazuri în care se vor înlocui cu altele noi. La toate aceste verificări sau înlocuiri trebuie evitate deteriorarea izolației conductoarelor.

Dacă conductoarele sînt pozate în jgheaburi sau tuburi de protecție se verifică ca acestea să fie bine fixate pe panouri și să nu prezinte fisuri sau deformații. În cazul în care este necesară înlocuirea lor, se vor evita îndoirile mai mici de 90°, iar raza lor de curbură va fi de minimum șase ori diametrul exterior. Diametrul interior minim al tuburilor de protecție nu trebuie să fie sub 11 mm.

Verificarea rezistenței de izolație a circuitelor se face pe întregul ansamblu sau prin legarea galvanică împreună a mai multor conductoare sau cable, prin măsurarea simultană a rezistenței de izolație față de pămînt. În cazuri suspecte sau prin sondaj la 15% din circuite se va face măsurarea rezistenței de izolație pentru fiecare conductor (circuit).

Măsurarea se face cu un megohmmetru de 1 000 V timp de un minut pentru circuite care au tensiunea de lucru peste 110 V. Pentru circuite care au tensiunea de lucru 48 V încercarea se va face cu un megohmmetru de 500 V, iar pentru cele cu tensiunea de lucru de 24 V cu un megohmmetru de 250 V.

Se vor deconecta toate aparatele la care tensiunea de încercare este inferioară celei debitate de megohmmetru. Rezistența de izolație trebuie să fie mai mare de 2 MΩ pentru fiecare circuit (cablu de legătură) și mai mare de 0,5 MΩ pentru un ansamblu de circuite (cabluri de legătură) legate galvanic.

Tot cu ocazia reviziei circuitelor se verifică schemele de conectare a înfășurărilor transformatoarelor de curent, se verifică cu curent și tensiune fazarea corectă a buclelor de tensiune, corespondența polarității între circuitele secundare și indicațiile aparatelor de măsură.

Toate legăturile la aparate trebuie să fie bine strînse, pînă la deformarea rondelei elastice, piesele de strîngere și de legătură trebuie să fie protejate galvanic.

Siguranțe fuzibile. Revizia tehnică a siguranțelor fuzibile, care asigură protecția circuitelor la scurtcircuit și suprasarcină și care servesc în unele ocazii și pentru întreruperea ordonată a acestora, se execută de regulă la locul de montare, pe panou, tablou, pupitru etc.

Indiferent însă de tipul constructiv al siguranței fuzibile, aceasta nu se va manevra în sarcină.

La începerea operațiunii de revizie tehnică se curăță cu o pensulă și aspiratorul de praf întregul ansamblu al siguranței.

Se verifică vizual starea fizică a siguranțelor; nu se admit siguranțe socluri, mînere, furci, sparte, fisurate sau arse. În astfel de cazuri ele se vor înlocui cu altele, corespunzătoare tipului.

Se controlează siguranțele montate pentru a constata dacă ele corespund schemei circuitelor din panou, valoarea fuzibilului conform curenților nominali stabiliți prin proiect și dacă fuzibilii sînt calibrați conform standardelor în vigoare.

Se verifică și se asigură contacte electrice bune, prin strîngerea piuliţelor pînă la deformarea rondelelor elastice. Legăturile electrice vor fi asigurate prin rondele protejate galvanic.

Cleme de șir. Se curăţă de praf și murdărie cu o pensulă și cu aspiratorul de praf.

Se verifică și se controlează vizual starea generală a corpului clemei executat de regulă din bachelită, steatit, porţelan sau masă plastică incombustibilă. Acesta nu trebuie să fie spart, să prezinte fisuri, urme de conturnare, sau arsuri, în caz contrar se va înlocui. În cazul în care se observă lipsuri ale pieselor de contact confecţionate din alamă, ale șuruburilor, uzura sau îmbătrînirea lor, acestea se vor evidenţia într-un registru pentru a fi remediate la prima reparaţie curentă.

Se verifică și se strîng toate legăturile electrice ale circuitelor care se realizează numai prin piese de contact protejate galvanic.

La strîngerea conductoarelor clema trebuie să suporte o forţă de smulgere de 100 N pentru strîngerea șurubului cu un cuplu de 50 Ncm.

La fel se verifică și se asigură o fixare bună a clemei de șir pe panou. Fixarea este asigurată prin strîngerea piuliţei pînă la deformarea rondelei elastice.

Se verifică și eventual se reface etichetarea, respectiv numerotarea șirurilor de cleme.

Comutatoare și întreruptoare pachet. După ce se curăţă aparatajul de praf și murdărie cu o pensulă sau cu cîrpă din bumbac se fac trei manipulări, prin acţionare urmărindu-se vizual și sonor buna lor funcţionare.

Nu se admit aparataje de conectare sau întrerupere cu fisuri, materiale lipsă, arsuri, pachete deteriorate și jocuri mari în asigurarea contactelor.

Se verifică și se strîng toate legăturile electrice ale circuitelor care se realizează numai prin piese de contact protejate galvanic. Se verifică și se asigură o fixare rigidă a aparatelor respective pe panouri.

Se măsoară rezistenţa la izolaţie cu un megohmmetru de 1 000 V timp de 1 min, valoarea măsurată trebuind să fie mai mare de 2 MΩ. În caz contrar se curăţă din nou

aparatajul şi se spală cu alcool tehnic, făcîndu-se după uscare o nouă măsurare. Dacă nici de această dată nu se obţine o valoare a rezistenţei de izolaţie mai mare de 2 MΩ se înlocuieşte aparatul în cauză.

Izolaţia se verifică şi prin aplicarea tensiunii mărite timp de 1 min în timpul verificărilor trebuind să nu apară străpungeri, efluvii, conturnări, şi încălzirea sensibilă a aparatajului.

Butoane de comandă, lămpi şi casete de semnalizare. Se face un control vizual asupra stării generale după curăţarea aparatului, de praf şi murdărie, folosindu-se pensula, cîrpe din bumbac, sau aspiratorul.

Dacă la controlul vizual se constată fisuri, lipsă de material, părţi arse, deteriorate sau rupte se vor înlocui.

Se înlocuiesc becurile arse sau sticlele de protecţie fisurate.

Se verifică şi se strîng toate legăturile electrice şi se asigură o fixare rigidă pe panou a butoanelor de comandă şi a lămpilor de semnalizare.

Blocuri de încercare, dispozitive de deconectare şi comutare. Se face o verificare vizuală generală asupra stării aparatelor după curăţirea de praf şi murdărie cu pensula sau cîrpe din bumbac. Nu se admit fisuri, lipsuri de materiale, părţi deteriorate arse sau rupte, acestea impunînd înlocuirea aparatelor.

Se verifică şi se asigură o fixare bună a blocurilor de încercare şi a dispozitivelor de deconectare. Barele de legătură se ung cu vaselină neutră şi apoi se şterg cu o cîrpă curată.

6.3.2. *Reparaţia curentă (RC)*

Este activitatea de întreţinere ce se execută cu strictă periodicitate la panourile şi tablourile electrice de distribuţie şi de automatizare în funcţiune sau în rezervă, pe baza constatărilor făcute sau rezultate în perioada exploatării de la ultima revizie tehnică. *Reparaţia curentă* este ansamblul de operaţii prin care se remediază toate defec-

țiunile constatate prin înlocuirea sau repararea unor elemente constructive, în scopul asigurării funcționării normale a instalației pe tot intervalul de timp pînă la o nouă reparație.

Reparațiile curente ale panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare se execută din 10 în 10 ani.

Reparațiile curente se vor efectua numai după o constatare atentă și amănunțită a stării de uzură a tuturor elementelor componente. Pe baza constatărilor se vor efectua lucrările de verificare, demontare, reparație (sau înlocuire a elementelor componente) și remontare a aparatajului și subansamblelor.

Reparația curentă a panourilor și tablourilor de distribuție și de automatizare se execută la fața locului cu excepția aparatelor și instrumentelor de măsură și control, releele și aparatele de comutație mai complexe care vor fi reparate în ateliere de specialitate.

Cu ocazia reparațiilor curente se efectuează diferite încercări și verificări privind rezistența de izolație, măsurarea rezistenței căii de curent, măsurarea rezistenței ohmice și a continuității electrice ș.a.

Reparațiile curente includ și următoarele operații; asigurarea legăturilor și a conexiunilor corecte, înlocuirea becurilor de semnalizare și a siguranțelor fuzibile arse, verificarea instalațiilor de legare la pămînt, curățirea și ștergerea izolatoarelor și a elementelor izolante, vopsirea parțială sau totală a panourilor, probe de anclanșare declanșare și recepția definitivă a lucrărilor.

Construcția metalică. Se face o constatare vizuală generală a construcției metalice curățindu-se în prealabil de praf în exterior și în interior întregul panou cu cîrpe din bumbac și cu aspiratorul de praf.

Se măsoară denivelările care după îndreptare nu trebuie să prezinte deformații mai mari de 2 mm pe suprafețe de aproximativ 2 dm^2.

Profilele metalice ale scheletului panoului trebuie să fie drepte, permițîndu-se o deformație de 2 mm față de axa longitudinală, indiferent de lungimea ei. Profilele

metalice rupte se vor înlocui și se vor revopsi. Toate elementele de strîngere și fixare a panoului propriu-zis vor avea sub piulițe rondele elastice și se vor strînge obligatoriu cu o cheie fixă sau tubulară, fără a se folosi diferite prelungitoare (eventual cu cheie dinamometrică).

Dacă suprafața ce urmează a se revopsi, în urma înlocuirii diferitelor profile depășește 1/3 din suprafața totală a elementului, se revopsește întregul panou.

În cazul în care inscripțiile cu marcarea destinației aparatajului și a aparatelor de măsură și control nu mai corespund, se vor face corecturile cuvenite.

Inscripțiile uzate se refac sau se înlocuiesc.

Îngrădirea de protecție din plasă, din spatele panourilor trebuie să se închidă bine și să nu prezinte deteriorări sau ruperi ale ochiurilor plasei.

Lucrările de reparație a construcției metalice a panoului se fac, cu scoaterea de sub tensiune a instalației, cu respectarea tuturor reglementărilor în vigoare cu privire la protecția muncii.

Instalațiile de legare la pămînt. Operațiile ce se execută cu ocazia reparației curente a instalațiilor de legare la pămînt a panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare sînt aceleași cu cele descrise la revizia tehnică a instalațiilor respective. În plus cu ocazia reparației curente se vor lua măsuri de înlocuire a elementelor ce prezintă deteriorări.

Bare colectoare și barete. Cu ocazia reparațiilor curente a barelor colectoare sau a baretelor se vor executa operațiile și măsurările descrise la revizia tehnică a instalațiilor respective.

Se înlocuiesc izolatoarele sau elementele care nu corespund sau care au valori sub limitele minime indicate la măsurătorile respective.

Separatoare. Reparația curentă este realizată prin aceleași lucrări ca și cele de revizie tehnică efectuîndu-se în plus măsurarea rezistenței de contact.

Această măsurare se poate efectua fie prin metoda volt-ampermetru, fie prin metoda punții duble (punte Thomson).

Rezultatele măsurătorii nu trebuie să fie mai mari decît valorile indicate de fabrica constructoare. Dacă rezistența de contact la măsurare prezintă valori mai mari, de pînă la 5% față de cele ale fabricii constructoare, separatorul se curăță și contactele se ajustează din nou. Dacă

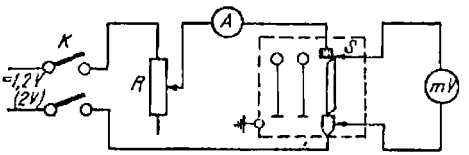


Fig. 6.13. Schema de montaj pentru măsurarea rezistenței de contact.

nici de această dată nu se asigură rezistența de contact minim necesară, se înlocuiesc contactele. Este necesar ca înainte de măsurare să se facă, fără tensiune, două, trei închideri și deschideri ale separatorului, pentru curățirea contactelor.

În schema de montaj (fig. 6.13) pentru măsurarea rezistenței de contact a separatorului s-a notat cu: S — separatorul care se verifică; K — întreruptorul cu pîrghie bipolar 25 A; R — reostatul de 25 A, 100 Ω; mV — milivoltmetrul 0—10 mV, clasa 0,5; A — ampermetrul 0—20 A, clasa 0,5—1.

Întreruptoare, contactoare și ruptoare. Reparația curentă este realizată prin aceleași lucrări ca și revizia tehnică, lucrarea efectuîndu-se în mod obișnuit la aparatajul demontat.

Se mai execută măsurarea rezistenței ohmice a bobinelor de acționare și măsurarea rezistenței de contact.

Măsurarea rezistenței ohmice a bobinelor de acționare se execută în curent continuu cu o punte de măsură. Valoarea rezistenței ohmice măsurată nu trebuie să difere cu mai mult de 10% față de valorile date de fabrica constructoare. Pentru orientare se va avea în vedere ca rezistența ohmică măsurată în curent continuu, raportată la secțiunea de 1 mm^2 și lungimea de 1 m, la temperatura de 20°C, să fie de 0,0184 pentru cupru.

Măsurarea rezistenței de contact se face numai la întreruptoarele și contactoarele de peste 500 A și se efectuează ca și la separatoare.

Avînd în vedere marea diversitate de tipuri de întreruptoare, contactoare și ruptoare este indicat ca reparația curentă a acestora să se facă cu respectarea indicațiilor date de fabrica constructoare în instrucțiunile tipului constructiv respectiv și de preferință într-un atelier de specialitate.

Relee. Reparația curentă se efectuează în ateliere PRAM, unde în urma curățirii întregului ansamblu al releului, se pot executa în condiții tehnice corespunzătoare lucrările și verificările de funcționare, care să asigure și chiar să prelungească durata de viață mecanică și electrică a acționărilor prescrise de fabrica constructoare. Vor fi consultate și instrucțiunile fabricii constructoare.

După efectuarea măsurărilor și încercărilor de laborator, releul se plombează, trecîndu-se data execuției reparației, laboratorul și atelierul care a efectuat lucrarea, întocmindu-se în același timp buletinul de verificare.

La montarea releului pe panou trebuie să se asigure poziția prescrisă, de obicei verticală, fără a-i provoca șocuri la această operație tehnologică.

Este recomandabil ca la reparația curentă a panourilor sau tablourilor electrice de distribuție sau de automatizare să se lucreze cu relee de schimb de aceleași caracteristici, pregătite din timp.

Aparate de măsură și control de automatizare și contoare pentru măsurarea energiei. Reparația curentă a aparatelor de măsură și control se va face numai în laboratoare și ateliere de specialitate, după reparație fiind obligatorie verificarea metrologică și aplicarea mărcii de stat pe locul de sigilare sau pe plombele fixate pe sîrma care asigură sigilarea.

În mod similar se execută și reparațiile curente la aparatele pentru automatizări și la contoarele pentru măsura energiei electrice.

Transformatoare de curent. Cu ocazia reparației curente se vor executa aceleași lucrări ca și la revizia tehnică, executîndu-se în plus verificarea raportului de trans-

formare şi proba de continuitate a înfăşurării bobinei secundare. Aceste două verificări se pot face fie la faţa locului fie în laboratoare sau ateliere de specialitate.

La verificarea raportului de transformare a transformatorului de curent se foloseşte de obicei un autotrans-

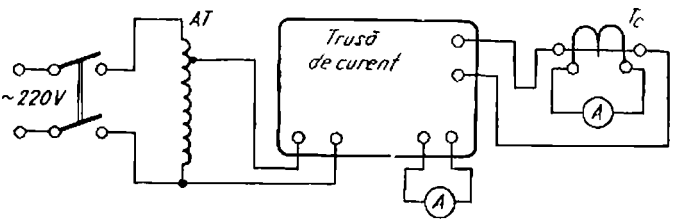


Fig. 6.14. Schema de montaj pentru verificarea raportului de transformare.

formator reglabil *AT* de 0—220 V (fig. 6.14), o trusă de curent şi două ampermetre pentru curenţi nominali mai mici de 25 A. Se poate folosi în locul trusei de curent o trusă de curent-tensiune care conţine şi autotransformatorul 250/220 V. Conectarea la reţea se face printr-un întreruptor pîrghie.

Se trece curentul nominal prin înfăşurarea primară a transformatorului de curent *Tc* şi se măsoară curentul din înfăşurarea secundară. Raportul acestor doi curenţi reprezintă raportul de transformare măsurat al transformatorului de curent.

Eroarea procentuală între raportul de transformare măsurat şi cel indicat (iniţial) al transformatorului de curent trebuie să se încadreze în suma erorilor clasei de precizie a celor două ampermetre. În cazul în care nu se încadrează în această condiţie se mai recurge la încă o măsurătoare de acelaşi fel după o nouă curăţare de praf a transformatorului de curent cu o pensulă. Dacă nici de această dată nu se încadrează în eroarea procentuală, se înlocuieşte transformatorul de curent.

Pentru această măsurare se utilizează ampermetre cu clasă de precizie de 0,5.

Proba continuității se face numai la înfășurările secundare cu un ohmmetru sau cu un aparat special de verificat continuitatea, legîndu-se capetele înfășurărilor la bornele aparatului de măsură.

Continuitatea înfășurării este corespunzătoare dacă indicația aparatului de măsură arată circuit închis (adică nu indică infinit). În caz contrar se înlocuiește transformatorul de curent.

Cu ocazia diferitelor verificări trebuie evitate funcționarea în gol a transformatoarelor de curent, respectiv cu înfășurările secundare deschise, deoarece ar putea provoca apariția la bornele acestora a unor tensiuni periculoase pentru om și pentru izolația înfășurărilor. Orice lucrări care se execută în circuitele panourilor se vor efectua numai după ce în prealabil s-au scurtcircuitat bornele înfășurărilor secundare ale transformatoarelor de curent.

Circuite. Reparația curentă se execută prin aceleași lucrări și în aceleași condiții descrise la revizia tehnică a circuitelor cu unele completări și anume:

— rezistența de izolație la cablurile de legătură se va executa pe ansamblu, pentru toate cablurile de legătură, cît și pentru fiecare circuit în parte;

— încercarea cu tensiune mărită a izolației circuitelor se face după măsurarea rezistenței de izolație. Valoarea tensiunii de încercare este de 2 kV, 50 Hz, și se asigură prin intermediul unei truse de tensiune. Pentru circuitele cu tensiunea de lucru 24 și 48 V, încercarea cu tensiune mărită se face la 500 V. Timpul de încercare este de 1 min.

Nu trebuie să apară străpungeri prin izolații și prin aer, conturnări sau efluvii și nici încălzirea sensibilă a conductoarelor.

După încercarea cu tensiune mărită se va măsura din nou rezistența la izolație, care trebuie să fie mai mare de 2 MΩ.

În cazul în care aceste măsurări și verificări nu corespund, se înlocuiesc conductoarele circuitului respectiv. Dacă valoarea măsurată a rezistenței de izolație sau încercarea cu tensiune mărită a izolației circuitelor nu cores-

punde la mai mult de 50% din totalul circuitelor pentru fiecare probă în parte se vor înlocui toate conductoarele circuitului secundar sau cablurile de legătură din acel panou sau tablou.

Pe timpul măsurărilor se vor deconecta din circuite toate aparatele.

Siguranțele fuzibile.

Reparația curentă se execută prin aceleași lucrări descrise la revizia tehnică făcîndu-se în plus o verificare de izolație a soclurilor și a mînerelor.

Cleme de șir. Reparația curentă se execută prin aceleași lucrări descrise la revizia tehnică efectuîndu-se în plus măsurarea rezistenței de izolație.

Verificarea se face între o bornă și alta vecină, în care caz rezistența de izolație trebuie să fie mai mare de 2 MΩ.

Cumutatoare și întreruptoare pachet. Reparația curentă se execută prin aceleași lucrări descrise la revizia tehnică. Pentru o documentare mai amănunțită cu privire la întreținerea comutatoarelor și întreruptoarelor pachet se vor consulta instrucțiunile și cataloagele fabricii constructoare.

Butoane de comandă, indicatoare de poziție, lămpi și casete de semnalizare. În afara lucrărilor descrise la revizia tehnică, cu ocazia reparației curente se efectuează și măsurarea rezistenței de izolație a butoanelor de comandă.

Izolația butoanelor de comandă trebuie să suporte, fără a străpunge sau conturna, tensiunea de 2 500 V timp de 1 min.

Pentru reparația curentă a butoanelor de comandă, a lămpilor și casetelor de semnalizare și a indicatoarelor de poziție se consultă și cataloagele și instrucțiunile fabricilor constructoare.

Blocurile de încercare și dispozitivele de deconectare **și comutare.** Reparația curentă se execută prin lucrările descrise la revizia tehnică efectuîndu-se în plus, măsurarea rezistenței de izolație și încercarea cu tensiunea mărită. Măsurarea rezistenței de izolație se face cu un

megohmmetru de 1 000 V, valoarea minimă admisă fiind de 2 MΩ.

Tensiunea de verificare la blocurile de încercare este de 2 kV, 50 Hz, timp de un minut.

6.3.3. *Reparația capitală (R.K.)*

În cadrul reparației capitale se pot executa lucrări cu demontare parțială sau totală a tablourilor sau panoului, recondiționarea sau înlocuirea parțială sau totală a pieselor uzate, respectiv a aparatelor sau subansamblurilor componente care nu mai pot funcționa în condiții de siguranță și de precizie.

Odată cu efectuarea reparațiilor capitale se pot aduce unele îmbunătățiri și modernizări, cu condiția ca valoarea totală a reparației capitale să nu depășească limita valorică maximă pentru efectuarea reparației capitale respective.

Reparațiile capitale se execută din fonduri speciale alocate și se includ în prețul de cost de producție. Costul normat al reparației capitale nu poate depăși 60% din valoarea de înlocuire a utilajului.

La efectuarea reparațiilor capitale se va ține seamă de ciclul de funcționare de la data punerii în funcțiune pînă la efectuarea primei reparații capitale sau între două reparații capitale și de normativul valoric, care reprezintă raportul procentual dintre costul normat al reparației capitale și valoarea de înlocuire a fondului fix.

6.3.4. *Reparația accidentală*

Reparațiile accidentale sînt reparații neprevăzute, efectuate ca urmare a apariției unor defecțiuni la panourile și tablourile electrice de distribuție și de automatizare.

Reparațiile accidentale al căror volum de lucrări va fi mai mare decît valoarea normată a reparațiilor capitale vor fi executate cu aprobarea directorului unității deținătoare a panoului sau tabloului electric de distribuție sau de automatizare.

Reparațiile accidentale al căror volum de lucrări va fi de nivelul valorii normate a reparației capitale se pot in-

clude în planul de reparații capitale aprobat, prin restructurarea acestuia, cu aprobarea forului tutelar pe baza unui memoriu justificativ prezentat de întreprinderea respectivă.

Reparațiile datorate efectelor unor calamități sau unor fenomene meteorologice deosebite, pentru care nu se pot stabili estimații, urmează regimul reparațiilor accidentale care comportă urgență, întrucît periclitează siguranța sau conduc la pagube.

6.3.5. *Organizarea întreținerii panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare*

Lucrările de întreținere a panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare se efectuează periodic, pe baza unui plan anual de revizii și reparații curente aprobat de conducerea întreprinderii.

Lucrările de întreținere la un panou sau tablou electric se vor executa de echipe formate din doi pînă la patru electricieni conduși de un șef de echipă. Lucrările se execută în urma constatărilor prealabile la acea dată și numai pe baza și cu respectarea schemelor electrice de montaj și schemelor desfășurate. Executarea lucrărilor de întreținere se va face conform celor descrise în acest subcapitol. De asemenea se va ține seamă de prevederile fișelor tehnologice de specialitate, a instrucțiunilor și normativelor specifice și a recomandărilor și instrucțiunilor fabricilor constructoare.

Execuția reviziilor tehnice se va face de regulă la fața locului acestea trebuind să fie terminate în cel mult două schimburi pentru fiecare panou sau tablou electric de distribuție sau de automatizare.

Lucrările de reparații curente se vor efectua, de regulă, la fața locului, ele trebuind să fie terminate în cel mult două zile, lucrîndu-se în mai multe schimburi dacă este necesar.

La aparatajele care nu pot fi reparate la fața locului sau la care reparația și verificările durează un timp mai îndelungat se va proceda la înlocuirea aparatelor în cauză (contoare, aparate de măsură, întreruptoare, contactoare,

Tabelul 6.2

LISTA

utilajelor, aparatelor, dispozitivelor și materialelor necesare echipei de întreținere a panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare

Nr. crt.	Denumirea	Cantitatea	Caracteristici	Observații
0	1	2	3	4
1	Mijloc de transport	1	Autofurgon tip dubă montat pe camionetă sau camion-dubă de 2,5 t	Cu echipare de autolaborator
2	Aspirator de praf	1	tip „Electromotor"	
3	Bormașină electrică sau manuală ∅ 13 mm	1	—	Cu două seturi de burghie spirale
4	Lămpi portative cu becuri de 24 V	2		Cu două becuri de rezervă
5	Transformator pentru lămpi portative	1	220 V/24 V	
6	Lămpi cu benzină	1	de 1 kg	
7	Canistră metalică pentru benzină	1	5 kg	Pentru lampă de benzină
8	Canistră metalică pentru benzină de extracție ușoară (neofalină)	1	1 kg	Plină cu benzină
9	Canistră din material plastic pentru alcool tehnic	1	3 kg	Plină cu alcool
10	Lampă de buzunar cu baterie		4,5 V	Pentru fiecare persoană 1 buc.
11	Ciocan de lipit electric	2		
12	Ramă ferăstrău pentru tăiat metale (bomfaier)	1		1 buc. pînză ferăstrău de rezervă
13	Nivelă cu apă (boloboc)	1		

Tabelul 6.2 (continuare)

0	1	2	3	4
14	Menghină paralelă	1	150 mm	
15	Scurtcircuitoare de joasă tensiune	3		
16	Indicator de tensiune		Pentru joasă tensiune	Pentru fiecare electrician 1 buc
17	Metru	1		
18	Şubler	1		
19	Dinamometru	1		
20	Diferite ciocane pentru lăcătuşerie	4	1 buc. 200 g 1 buc. 300 g 1 buc. 500 g 1 buc. 1 kg	
21	Diferite tipuri de cleşti	13	Cleştele patent va fi de tipul izolant Rezerve de plombe şi sîrmă de plombat pentru 50 buc.	4 buc cleşte patent 4 buc. cleşti cu fălci rotunde 3 buc. cleşti pentru dezizolare 1 buc. cleşte oblic 1 buc. cleşte de plombare
22	Diferite şurubelniţe		Cu mînere izolatoare	5 buc. de 3 mm 4 buc. de 4 mm 5 buc. de 6 mm 5 buc. de 8 mm 3 buc. de 10 mm 2 buc. de 12 mm
23	Trusă de chei fixe	2	Truse	2 buc. pentru şuruburi şi piuliţe mici pînă la M 10
24	Trusă de chei tubulare	1		

Tabelul 6.2 (continuare)

0	1	2	3	4
25	Diferite pile	8	pilă lată fină pilă semi-rotundă pilă rotundă pilă triunghiulară	
26	Trusă de pile mici			
27	Cheie franceză	1		
28	Ciocan de lemn	1		
29	Diferite pensule	5		
30	Punctator (cherner)	1		
31	Dorn	2		Unul din cupru
32	Ac de trasat	2		
33	Daltă lată	2		
34	Diferite filiere şi tarozi	2 set.	Seturi pentru M 2 pînă la M 16	
35	Perie de sîrmă	2		
36	Cancioc	1		
37	Presă de mufat papuci	2 set.		
38	Foarfecă de tăiat	2	1 buc. pentru tablă 1 buc. pentru cablu	
39	Cuţit pentru cabluri (briceag)	2		
40	Spion	1		
41	Dispozitive de poansonare	2 set.		Unul pentru litere şi unul pentru cifre
42	Diferite peniţe topografice			
43	Zumer	1	5 V	
44	Cleme tip crocodil	16		
45	Cască cu receptor tip operator	2 buc.		
46	Spaclu	2		
47	Tavă de spălat piese	2		
48	Megohmmetru	2	1 000 V şi 2 500 V	Inclusiv cabluri şi dispozitive de legătură

Tabelul 6.2 (continuare)

0	1	2	3	4
49	Trusă de curent tip TC-12	1	1 200 A	
50	Trusă de curent şi tensiune	1	Putere de ieşire 100 VA	
51	Trusă izolaţie TCS-2	1		
52	Punte industrială pentru măsurarea rezistenţelor industriale	1		
53	Multizet A-V-Ω	2		
54	Mănuşi electroizolante de înaltă tensiune	2 perechi		
55	Mănuşi electroizolante de joasă tensiune	—		1 per. pentru fiecare electrician
56	Cisme electroizolante			Idem
57	Cască de protecţie			1 buc. pentru fiecare electrician
58	Ochelari de protecţie	2		Idem
59	Covor electroizolant	2	800×500×10 mm	
60	Trusă de medicamente	1 trusă		
61	Conductor izolat din cupru	circa 50 m	De diferite secţiuni, rigide şi flexibile de la 0,5 mm²	
62	Cositor — aliaj pentru lipit	500 g	Lp.-60	O parte poate fi fludor
63	Pastă de lipit şi colofoniu	200 g		Cîte 100 g din fiecare
64	Tuş negru special de scris	50 g		
65	Hîrtie abrazivă (şmirghel)	10 coale	fin şi foarte fin	Format A₄
66	Lavete, cîrpe şi bumbac de şters	3 kg		
67	Preşpan	250 g	1 mm	
68	Bandă izolatoare	300 g		
69	Diferite vopsele	300 g		În bidoane

Tabelul 6.2 (continuare)

0	1	2	3	4
70	Unsoare organică	1 kg	tip Al-100 şi U85	Păstrate în bidoane separate
71	Ulei	1 kg	300 g ulei de vaselină tip A STAS 1094/70	Idem
72	Lac incolor	500 g		
73	Diferite şuruburi, piuliţe, rondele, papuci, cleme, siguranţe etc.			După necesitate

ruptoare şi altele). Se recomandă ca în procesele de întreţinere a panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare să se aplice cît mai frecvent schimbarea şi nu repararea aparatajului la faţa locului, deoarece în atelierele şi laboratoarele de specialitate calitatea şi productivitatea este mai bună.

La execuţia lucrărilor de întreţinere se vor folosi numai utilaje, aparate, scule şi dispozitive de construcţie avizate scopului lucrării neadmiţîndu-se folosirea improvizaţiilor sau aparatelor care nu corespund din punct de vedere al normelor de protecţia muncii şi PSI.

Ele vor fi verificate periodic (cel puţin de două ori pe lună) de maistrul care coordonează formaţiile de lucru respective.

Materialele şi aparatajele folosite vor fi din cele standardizate; la înlocuirea acestora nu se admit altele cu dimensiuni şi caracteristici diferite de cele originale.

În tabelul 6.2 se prezintă necesarul de utilaje, aparate, scule, dispozitive şi materiale necesare unei echipe de întreţinere a panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare.

Pe parcursul efectuării lucrărilor de întreţinere se va asigura controlul calităţii execuţiei operaţiilor tehnologice, a calităţii materialelor folosite, exactitatea măsurărilor, a verificărilor şi încadrarea acestora în reglementările normativelor în vigoare.

Controlul calității lucrărilor se face în primul rînd de către personalul de execuție însuși, acesta fiind primul responsabil pentru calitatea lucrărilor. Șeful de echipă răspunde pentru realizarea calitativă a lucrărilor care trebuie executate conform tehnologiei indicate. Maistrul este obligat să controleze pe faze și între faze execuția calitativă a lucrărilor și să ia parte la măsurările și verificările mai importante, pe care uneori le efectuează personal. Maistrul întocmește procesul-verbal de recepție a lucrării de întreținere și ia parte operativă la probele de încercare, recepție și predare a instalației.

7. Măsuri de protecţia muncii şi de pază şi stingere a incendiilor

7.1. Condiţii generale

În afară de avantajele deosebite pe care le are, electricitatea prezintă însă pericolul electrocutărilor în cazul în care nu se respectă măsurile corespunzătoare de protecţie.

Pe lîngă măsurile pentru protecţia persoanelor, stabilite de fabricant la data proiectării şi execuţiei panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare, în conformitate standardele în vigoare, s-au stabilit reguli clare şi precise ce trebuie respectate în desfăşurarea oricărei activităţi în aceste instalaţii electrice.

Aceste norme de protecţie a muncii pentru instalaţiile electrice, prin conţinutul lor, se adresează personalului care montează, probează şi pune în funcţiune panourile şi tablourile electrice, personalului care le exploatează şi le întreţine şi personalului care execută orice categorie de lucrări la aceste instalaţii.

Deoarece normele de protecţie a muncii editate de Ministerul Energiei Electrice sub forma unei prescripţii de exploatare, PE. 119/76, împarte instalaţiile electrice în instalaţii de joasă tensiune şi instalaţii de înaltă tensiune, limita fiind 250 V între fază şi pămînt la instalaţiile cu neutrul legat la pămînt, 1 000 V între faze la instalaţiile cu neutrul izolat şi 1 000 V între poli la instalaţiile de curent continuu, panourile şi tablourile electrice de distribuţie şi de automatizare se încadrează de regulă în ca-

tegoria instalațiilor de joasă tensiune. Normele precizează însă că în cazul în care instalațiile electrice de joasă tensiune se află în aceeași încăpere cu instalațiile de înaltă tensiune se vor aplica prevederile referitoare la instalațiile de înaltă tensiune.

Persoanele care au atribuții în activitatea de exploatare sau întreținere a instalațiilor electrice, trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să fie sănătoase din punct de vedere fizic și psihic și să nu aibă infirmități care le-ar stînjeni activitatea de producție sau care ar putea conduce la accidentarea lor sau a altor persoane;

— să posede calificarea profesională necesară pentru ceea ce li se încredințează, corespunzător funcției pe care o dețin;

— să fie autorizate din punctul de vedere al normelor de protecția muncii, să-și însușească și să respecte normele de protecție a muncii care privesc funcția și locul de muncă în care își desfășoară activitatea;

— să fie autorizate din punctul de vedere al normelor de protecție, potrivit funcției și cunoștințelor de protecția muncii, pentru desfășurarea activității în instalațiile electrice în funcțiune.

Capacitatea fizică și neuropsihică se stabilește prin examenul medical la angajare și se verifică periodic, conform reglementărilor Ministerului Sănătății. Pentru personalul de exploatare a instalațiilor electrice, examenul medical este obligatoriu anual. Personalul, care execută lucrări direct la părțile sub tensiune, va fi examinat medical de două ori pe an.

În activitatea de exploatare precum și pentru funcțiile de conducere a echipelor de revizie și reparații se va încadra numai personal calificat și care este apreciat că prezintă suficientă siguranță pentru a exercita funcțiile respective.

Instruirea personalului se va efectua în următoarele faze distincte:

— instructajul la angajare;

— instructajul periodic și verificarea periodică a cunoștințelor;

— instructajul la schimbarea locului de muncă.

La angajare, după aplicarea instructajului introductiv general, efectuat de o persoană numită prin decizie de conducerea întreprinderii, se verifică însușirea cunoștințelor, completîndu-se fișa individuală de instructaj pentru protecția muncii, cu datele personale și partea referitoare la această instruire, după care se permite prezentarea pentru instructaj la locul de muncă.

Fișa de instructaj se întocmește numai personalului nou angajat și practicanților.

Instructajul la locul de muncă se efectuează de către conducătorul direct al procesului tehnologic (numai tehnician sau inginer) și va avea în vedere principalele reguli de protecție a muncii ce trebuie respectate la locul de muncă. După asimilarea instructajului, se aprobă participarea la lucrări de către șeful ierarhic superior al celui care a efectuat instruirea, prin completarea fișei individuale la rubrica respectivă.

Instructajul periodic se face de regulă lunar, avînd un pronunțat caracter practic, temele alegîndu-se în special în funcție de lucrările ce urmează a se executa în perioadele următoare:

Instructajul la schimbarea condițiilor de muncă (locului de muncă) va avea același conținut ca și instructajul introductiv pentru noul loc de muncă.

Instructajul se face de regulă de maistrul sau inginerul care are în subordine personalul respectiv.

Întregul personal care lucrează în instalațiile electrice trebuie să fie autorizat pentru executarea acestor lucrări.

Autorizarea personalului se face pe cele două grupe de tensiuni, înaltă tensiune și joasa tensiune, funcție de gradul de calificare profesională, de vechimea în activitate și de rezultatele obținute la verificări.

În aceste condiții, autorizarea se face pentru una din grupele specificate în tabelul 7.1.

Autorizarea se evidențiază prin talonul de autorizare care se eliberează fiecărui om al muncii ce are dreptul să-și desfășoare activitatea în instalațiile electrice.

Tabelul 7.1

Grupele de calificare profesională pentru personalul de la instalațiile electrice

Grupa	Atribuțiuni	Joasă tensiune		Înaltă și joasă tensiune	
		Studii calificate	Vechime în instalație	Studii calificate	Vechime în instalație
0	1	2	3	4	5
I	Executant de lucrări în echipă	Șc. generală Liceu teoretic Curs de calificare și gr. I și postliceal Șc. profesională Lic. energetic de specialitate	6 zile	Șc. generală Lic. teoretic Curs de calificare gr. I și postliceal Șc. profesională Lic. energetic de specialitate	6 zile
II	Executant de manevră în echipă	Cursuri de calificare gr. I și gr. II Curs de calificare postliceal Șc. profesională Liceu energetic de specialitate	6 luni 6 luni 3 luni 2 luni	Curs de calificare gr. I și gr. II Curs de calificare postliceal Șc. profesională Liceu energetic de specialitate	12 luni 6 luni 4 luni 3 luni
III	Supraveghetor lucrări, putînd avea funcț. de șef echipă (lucrare)	Curs de calificare gr. I și gr. II Curs calificare postliceal Șc. profesională Liceu energetic de specialitate	8 luni 18 luni 12 luni 8 zile	Curs de calificare gr. I și gr. II Curs de calificare postliceal Șc. profesională Liceu energetic de specialitate	24 luni 24 luni 18 luni 12 luni

Tabelul 7.1 (continuare)

0	1	2	3	4	5
IV	Supraveghetor de manevră, putînd avea funcț. de șef echipă de manevră	Curs de calificare gr. I și gr. II Curs de calificare postliceal Șc. profesională Liceu energetic de specialitate	24 luni 24 luni 18 luni 12 luni	Curs de calificare gr. I și gr. II Curs de calificare postliceal Șc. profesională Liceu energetic de specialitate	26 luni 26 luni 24 luni 18 luni
V	Coordonator al activității avînd dreptul de a dispune executarea de manevre sau lucrări	Maiștrii și tehnicienii Inginerii	6 luni 3 luni	Maiștrii și tehnicienii Inginerii	12 luni 6 luni

Pentru desfășurarea activității în condiții normale, este necesar să se asigure o dotare corespunzătoare cu echipament de lucru și protecție, mijloace de protecție, scule, unelte și dispozitive.

7.2. Mijloace de protecție folosite la executarea lucrărilor la tablourile electrice de distribuție de joasă tensiune și de automatizare

Mijloacele de protecție destinate protecției personalului se împart în următoarele categorii:

Mijloace de protecție izolante care au ca scop să protejeze personalul contra electrocutării cauzate de exis-

tența tensiunii, prin izolarea față de părțile aflate sub tensiune și anume:

— prăjini izolante;
— cleşti electroizolanți;
— scule cu mînere izolante;
— mănuși electroizolante;
— cizme, șoșoni și galoși electroizolanți;
— platforme electroizolante;
— covoraș și preșuri electroizolante.

Mijloace de protecție cu rol de a verifica prezența sau lipsa de tensiune. Din această categorie fac parte indicatoarele mobile de tensiune.

Mijloace de protecție cu rolul de a asigura personalul contra apariției accidentale a tensiunii la locul de muncă, urmare a conectărilor greșite, a inducției sau a descărcărilor atmosferice, din această categorie făcînd parte garniturile mobile de scurtcircuitare și legare la pămînt. Acestea au și rolul de a asigura descărcarea de sarcină capacitivă.

Mijloace de protecție cu rol de a delimita fizic zonele protejate și zonele de lucru, în scopul prevenirii accidentelor. Din această categorie fac parte:

— îngrădirile mobile;
— împrejmuiri;
— semnalizări.

Mijloace de protecție cu rol de avertizare și semnalizare vizuală avînd caracter de interdicție sau de anulare a accesului, manevrelor, prevenirii unui pericol sau marcării unor locuri fără pericol pentru personal. Din această categorie fac parte plăcuțele avertizoare, banderolele avertizoare și semnalizatoarele rutiere.

Mijloace de protecție contra acțiunii arcului electric a produselor arderii, a traumatismelor, a acțiunii agenților chimici: din această categorie fac parte ochelarii de protecție, măștile de gaze, căștile de protecție, mănușile din prelată, mănuși și cizme antiacide.

7.3. Mijloacele de lucru folosite la executarea lucrărilor

La executarea lucrărilor în instalațiile electrice sînt admise numai sculele și dispozitivele în perfectă stare, nefiind permisă utilizarea celor defecte sau improvizate, deoarece orice accident datorită utilizării unei scule sau unui dispozitiv necorespunzător poate fi însoțit de o electrocutare.

Verificarea sculelor și scoaterea din uz în vederea reparării se face săptămînal prin grija șefului de echipă sau, în cazul dotării individuale, de fiecare muncitor în parte.

Utilizarea sculelor proprietate personală nu este admisă chiar dacă starea lor ar fi corespunzătoare.

Mijloacele de lucru folosite la executarea lucrărilor la tablourile electrice de distribuție de joasă tensiune sau la panourile de automatizare se împart în următoarele categorii:

Sculele de utilizare generală, aflate în dotarea individuală, sau colectivă, pe echipă și anume: chei, ciocane, dornuri, pile, clești, șurubelnițe, prese pentru cleme, menghine, unelte pentru săpat, unelte pentru tăiat etc.

Sculele și dispozitivele pentru ridicat și ancorat și anume: macarale, podurile rulante, troliile, scripeții, cricurile hidraulice, etc. precum și auxiliarele acestora: lanțuri, cabluri de tracțiune, frînghii.

Scule și dispozitive pentru lucru la înălțime și anume: scări din lemn sau metalice, centuri de siguranță, scăunele, platforme etc.

Dispozitive pentru lipit și agregate de sudură. În această categorie intră lămpile de benzină, aparatele de sudură oxiacetilenică sau electrică.

Uneltele electrice portabile și anume: mașini de găurit, polizoare etc.

Scule cu destinație specială la care se impune respectarea indicațiilor fabricii constructoare.

7.4. Executarea lucrărilor

Condiții de executarea lucrărilor. Pentru executarea lucrărilor în instalațiile electrice trebuie respectate următoarele condiții:

— să existe o aprobare a personalului tehnic superior;

— lucrările trebuie executate de minimum două persoane;

— la executarea lucrărilor trebuie respectate măsurile specifice de protecția muncii.

Executarea lucrărilor de o singură persoană se admite numai în unele cazuri speciale.

Din punctul de vedere al măsurilor de securitate, lucrările care se execută în instalațiile electrice în funcțiune se împart în două categorii:

— lucrări cu întreruperea tensiunii;

— lucrări fără întreruperea tensiunii.

Lucrările cu întreruperea tensiunii pot fi:

— cu scoaterea totală de sub tensiune a întregii instalații;

— cu scoaterea parțială de sub tensiune a instalației;

Lucrările fără întreruperea tensiunii pot fi:

— lucrări care trebuie executate la distanță de instalația sub tensiune;

— lucrări în apropierea sau chiar la părțile instalației aflate sub tensiune;

— lucrări la instalații care au fost scoase de sub tensiune dar nu au fost puse la pământ.

Din punctul de vedere al aprobărilor necesare, lucrările în instalații electrice se pot executa în următoarele situații:

a) lucrări aprobate printr-o autorizație de lucru;

b) lucrări aprobate; în baza:

— atribuțiilor de serviciu ale personalului executant;

— unor instrucțiuni tehnice interne;

— unor dispoziții verbale (telefonice) a personalului de conducere.

Măsuri de protecția muncii specifice. În cazul lucrărilor la tablouri de distribuție sau la panouri de protecție sau automatizare care se află în încăperi comune cu

instalații de același fel sau de alte categorii, aflate sub tensiune, care nu au îngrădiri permanente, se vor separa toate aceste instalații aflate sub tensiune, prin îngrădiri provizorii și marcaje (plăcuțe avertizoare, fanioane).

Lucrările la aparatele de măsură, comandă, protecție și semnalizare, precum și la circuitele acestora, care impun ridicarea îngrădirilor permanente sau pătrunderea în apropierea părților de instalație sub tensiune, se execută cu întreruperea tensiunii.

Se admite executarea lucrărilor fără întreruperea tensiunii numai în cazul în care aparatele de protecție permit executarea unor operații prin intermediul unor tije izolante (de exemplu: în cazul releelor primare), sau în cazul montării contoarelor.

Verificarea instalațiilor (aparate și circuite aferente) de comandă, protecție și semnalizare se poate executa fără întreruperea tensiunii cu condiția ca personalul executant să fie izolat în zona de lucru, prin intermediul unui covor de cauciuc sau al cizmelor electroizolante și ca circuitele înfășurărilor secundare ale transformatoarelor de tensiune și de curent să fie legate la pămînt în cel puțin un punct.

Legarea la pămînt se poate realiza fie prin corpul transformatorului de măsură, fie direct la priza de legare la pămînt. Este permisă legarea la pămînt într-un singur punct pentru mai multe grupuri de transformatoare de curent. De asemenea, este permisă înlocuirea în aceste cazuri a legării directe la pămînt a înfășurărilor secundare ale unui transformator sau grup de transformatoare de curent, prin sistemul de legare la pămînt prin intermediul siguranțelor de străpungere.

Este interzisă întreruperea în timpul lucrului a circuitelor secundare ale transformatoarelor de curent aflate în funcțiune. Demontarea acestora din cleme sau din borne se va executa numai după scurtcircuitarea prealabilă, prin cleme special prevăzute în acest scop, astfel încît secundarul transformatoarelor de curent să fie permanent întregit. După realizarea acestei scurtcircuitări, este interzisă executarea de lucrări la circuitele secundare ale transformatoarelor de curent între clemele de scurtcircuitare și aceste transformatoare.

Montarea şi demontarea contoarelor (monofazate, trifazate) se poate face sub tensiune de către o echipă formată din două persoane, în baza unei instrucţiuni tehnice interne, cu consemnarea în evidenţele operative.

Personalul executant va utiliza mănuşi electroizolante, ochelari de protecţie, scule cu mînere izolante şi degetare izolante pentru separarea părţilor sub tensiune.

Montarea sub tensiune a contoarelor trifazate, în montaj direct fără reductor se recomandă a se evita, aprobîndu-se numai în unele cazuri speciale.

Montarea şi demontarea contoarelor monofazate se poate face şi de o singură persoană (grupa III-a) dar numai cu întreruperea tensiunii.

La executarea lucrărilor de montare-demontare a contoarelor sub tensiune se vor respecta următoarele condiţii:

— pentru contoare în montaj direct, fără reductori, se vor scoate siguranţele după contor, realizînd întreruperea curentului de sarcină;

— pentru contoare montate prin intermediul transformatoarelor de curent se va scurtcircuita înfăşurarea secundară a transformatoarelor, verificîndu-se totodată dacă înfăşurarea secundară este legată la pămînt (vizual sau cu ohmmetrul). În caz că această legătură lipseşte, se va realiza pentru a preîntîmpina accidentarea în cazul străpungerii înfăşurărilor transformatorului de curent.

Fiecare conductor se va izola imediat după dezlegare prin aplicarea degetarelor izolante, care se scot numai la introducerea în borne. La introducerea conductorilor în borne se va evita atingerea cu carcasa aparatului pentru a nu crea scurtcircuite.

Dacă la execuţia montării lucrează efectiv ambele persoane, este obligatorie utilizarea mijloacelor de protecţie, de ambii membri ai echipei.

Montarea contoarelor sub tensiune, în exterior, pe timp umed (ploaie, ninsoare) este interzisă.

La executarea lucrărilor aparatele portative trebuie să fie controlate asupra stării lor, integrităţii, verificării în termen şi tensiunii normale pentru care sînt construite Folosirea unui aparat la o tensiune superioară celei prescrise este interzisă.

La efectuarea măsurărilor cu megohmmetrul (rezistențe de izolație, continuitate) este obligatoriu ca instalațiile respective să fie scoase de sub tensiune, descărcate de sarcina capacitivă și să fie întrerupte toate lucrările asupra acelor instalații, evacuîndu-se întreg personalul cu excepția celui ce execută măsurătoarea. În punctele unde sînt părți accesibile, neizolate, se va posta personal de pază.

Executarea măsurătorilor cu megohmmetru se face de două persoane (grupă III-a și I-a). Este permis ca în cazul instalațiilor noi de joasă tensiune, nepuse în funcțiune, măsurările să fie efectuate de o singură persoană (grupa III-a). Pentru personalul de exploatare efectuarea măsurărilor se face în baza atribuțiilor de serviciu, iar în cazul personalului de întreținere, prin menționarea în autorizația de lucru.

Persoana care execută măsurători cu megohmmetru trebuie să se așeze astfel cu acest aparat, încît să fie exclusă orice atingere accidentală, atît de către această persoană, cît și de către alte persoane din vecinătatea părților instalației aflate sub tensiune, inclusiv a locului de prindere la inductor a conductoarelor de legătură.

Conductoarele prin care megohmmetrul se racordează la părțile conducătoare de curent, trebuie să aibă o izolație de cauciuc (de preferință de tipul „Magnetou") și să fie prevăzute cu piese izolante cu ajutorul cărora să poată fi mînuite.

7.5. Măsuri de pază și stingerea incendiilor

Obligația și răspunderea pentru realizarea deplină a măsurilor de pază contra incendiilor, a instructajului și pregătirii personalului în acest sens, o au, potrivit atribuțiilor ce le revin, cei ce conduc, organizează și controlează producția.

Conducătorii întreprinderilor vor lua măsuri de verificare permanentă a modului în care se aplică normele în vigoare cu privire la prevenirea și stingerea incendiilor

în instalațiile energetice, cît și a măsurilor cu privire la paza interioară și exterioară a unităților.

În acest scop, se vor avea în vedere următoarele:

— toate mijloacele de intervenție existente se vor verifica periodic. Se va asigura posibilitatea ca, la nevoie, aceste mijloace să fie aduse operativ — în timp util — la fața locului;

— se va menține curățenia exemplară în instalațiile aparținînd unităților; instalațiile se vor repartiza pe sectoare și maiștri, luîndu-se măsuri organizatorice în așa fel, încît curățenia să nu fie o problemă de campanie, ci să fie menținută permanent. În special se vor avea în vedere: canalele de cabluri (inclusiv cele acoperite), circuitele de ulei, instalațiile de sudură și încălzire etc., precum și toate locurile ascunse. Se vor prevedea măsuri care să asigure și posibilitatea efectuării, în mod curent, a curățeniei în toate spațiile existente.

Întreaga activitate de PSI din fiecare întreprindere va fi coordonată de către comisia tehnică a cărei organizare și atribuții sînt stabilite conform instrucțiunilor MI. Aceasta își desfășoară activitatea pe bază de planuri de muncă (măsuri) trimestriale care vor cuprinde și sarcini speciale de documentare (acte normative, circulare, publicații de specialitate etc.).

Pentru prevenirea incendiilor, toate tablourile electrice de distribuție și de automatizare vor fi executate, verificate, recepționate și exploatate cu respectarea strictă a standardelor de stat, a normelor și instrucțiunilor în vigoare.

În mod deosebit se vor respecta următoarele reguli:

— asigurarea permanentă a bunei funcționări a instalațiilor electrice prin revizii, înainte de intrarea în funcțiune și în exploatare și prin înlăturarea imediată a defecțiunilor constatate;

— efectuarea periodică a măsurării rezistenței izolației;

— controlul temperaturii în locurile în care instalațiile electrice trec pe lîngă conducte termice sau alte surse de căldură;

— aparatele electrice, releele, contactoarele etc. vor fi prevăzute cu carcase de protecţie, iar la tablouri se vor întrebuinţa numai siguranţe calibrate;

— clemele siguranţelor lamelare nu se vor fixa pe scînduri sau carton, ci pe marmură, ardezie, porţelan sau pe materiale sintetice necombustibile;

— se va evita supraîncărcarea circuitelor, racordarea mai multor consumatori decît cei prevăzuţi pentru instalaţia respectivă;

— temperatura conductorului în sarcină nu va depăşi temperatura mediului înconjurător cu mai mult de 35°C;

— la realizarea contactelor, în cazul cablurilor de cupru, legăturile prin răsucirea cablurilor se vor cositori şi izola. La cablurile de aluminiu se vor realiza înădiri prin lipire cu aliaj special sau prin sudură;

— în cazul în care există reostate de pornire sau reglare a turaţiei maşinilor, acestea vor fi protejate cu carcase metalice prevăzute cu orificii de răcire;

— reostatele vor fi curăţite, îndepărtîndu-se cel puţin odată pe săptămînă praful şi scamele depuse în timpul lucrului, neadmiţîndu-se acoperirea reostatelor cu materiale combustibile (hîrtie, cîrpe, lemn, etc.) sau udarea (stropirea) lor cu diferite lichide, combustibile (benzină, petrol, etc.).

Utilajele şi aparatajele acţionate cu energie electrică trebuie revizuite mai înainte de a fi folosite, pentru a fi asigurată perfecta lor funcţionare.

Conectarea la reţeaua electrică a instalaţiilor şi aparatelor noi, necesare în procesul tehnologic, se va face numai cu aprobare!

Aparatele electrice portative se folosesc numai cu fişe şi conductoare izolate (cordoane izolate) în cauciuc sau PVC, în stare bună şi supravegheate permanent cît se află sub tensiune, iar după întrebuinţare se deconectează de la reţea.

Se interzice:

— folosirea în stare defectă a instalaţiilor şi aparatelor (receptoarelor) consumatoare de energie electrică de orice fel;

— încărcarea peste sarcină indicată a întreruptoarelor, comutatoarelor şi prizelor;

— suspendarea corpurilor de iluminat direct de conductoarele de alimentare;

— agățarea sau introducerea în interiorul panourilor, nișelor, tablourilor electrice etc. a obiectelor și materialelor de orice fel;

— utilizarea lămpilor mobile de control alimentate la o tensiune mai mare de 24 V;

— executarea lucrărilor de întreținere și reparație a instalațiilor electrice de către personal necalificat și neautorizat;

— folosirea la corpurile de iluminat a abajururilor de hîrtie sau din alte materiale combustibile;

— lăsarea neizolată a capetelor de conductoare electrice în cazul demontării parțiale a unei instalații;

— așezarea pe aparatele electrice a unor materiale combustibile (cîrpe, hîrtii, lemn etc.) sau unor substanțe inflamabile;

— folosirea comutatoarelor, întreruptoarelor, prizelor, dozelor în stare defectă (fără capac, incomplete, sparte etc.), a întreruptoarelor în ulei, fără ca mai înainte să se fi asigurat cantitatea suficientă de ulei în cuve precum și a întreruptoarelor neprotejate, în mediul exploziv.

Înfășurările secundare ale transformatoarelor de tensiune vor fi protejate împotriva scurtcircuitelor prin siguranțe sau întreruptoare automate. Se interzice întreruperea circuitelor secundare ale transformatoarelor de curent, cînd instalațiile sînt în funcțiune.

La toate aparatele cu ulei se va urmări menținerea nivelului de ulei prescris. Toate orificiile pentru trecerea cablurilor și conductelor dintr-o încăpere într-alta sau spre exterior, în canale de cabluri, vor fi etanșate cu materiale necombustibile.

Ventilația încăperilor în care se găsesc tablouri de distribuție trebuie să asigure o temperatură care să nu depășească valoarea maximă admisibilă a mediului pentru aparatajul montat în aceste încăperi. În cazul în care această temperatură nu se poate asigura cu instalația de ventilație existentă, se vor stabili prin instrucțiuni tehnice interne curbele de încărcare maximă admisibilă a

instalației de distribuție respectivă în funcție de depășirea de temperatură.

Pentru stingerea incendiilor din tablourile electrice de distribuție și de automatizare se vor folosi stingătoare manuale cu zăpadă carbonică sau cu praf și bioxid de carbon.

În prealabil, se vor scoate de sub tensiune atît instalația cuprinsă de incendiu cît și instalațiile vecine periclitate.

În cazul instalațiilor interioare se vor închide toate ușile, ferestrele și canalele de ventilație cu aer proaspăt.

După stingerea incendiului se vor lua măsuri de aerisire a încăperilor în care acesta a avut loc. Dacă se produc depuneri periculoase de funingini pe izolatoarele părților de instalații rămase în funcțiune, acestea vor fi scoase de sub tensiune.

Pentru înlăturarea pericolului de incendiu, la lucrările de reparații și modificări în instalațiile existente, este interzisă utilizarea cablurilor de comandă, control și a conductoarelor izolate în învelișuri din materiale combustibile, precum și a clemelor de șir și tilelor combustibile.

Se va acorda o deosebită atenție supravegherii și întreținerii instalațiilor pentru detectarea și înlăturarea scurtcircuitelor pe cablurile de comandă și control, al contactelor slabe din clemele de șir. Este interzisă folosirea flăcării deschise și introducerea unor surse de căldură, în afara celor prevăzute în proiect, în zona cablurilor de circuite secundare.

La lucrările de modificarea traseelor de cabluri se interzice așezarea cablurilor și aparatelor electrice pe suprafețe ce radiază căldura.

Toate trecerile de cabluri prin planșee și pereți se vor executa cu etanșare prin dopuri de vată de sticlă, consolidate lateral prin rame metalice și închise cu tencuială din ipsos.

Curățirea de praf a aparatelor și a panourilor se va face în funcție de gradul de prăfuire, cu periodicitatea stabilită.

Stingerea începuturilor de incendiu la cabluri, șiruri de cleme, relee, aparate etc. se va face cu stingătoare por-

tative cu bioxid de carbon şi praf, zăpadă carbonică sau alte substanţe dielectrice.

Pentru evitarea pericolului de incendiu la cabluri, atenţia personalului de exploatare se va îndrepta asupra principalelor cauze ale incendiilor: defecte interioare ale cablurilor, supraîncălzirea acestora, căderi peste cabluri a materialelor incandescente, apropierea de surse exterioare de căldură etc.

Din punct de vedere PSI, toate cablurile normale se consideră materiale combustibile. În consecinţă, sînt necesare măsuri de prevenire şi combatere a incendiilor la toate cablurile normale.

În toate cazurile cablurile armate protejate exterior sau interior cu iută şi bitum sau numai cu bitum se vor monta numai după îndepărtarea iutei şi bitumului exterioare armăturii.

În interiorul panourilor, tablourilor şi canalelor de cabluri este obligatorie păstrarea curăţeniei exemplare. În acest sens se va asigura accesul normal la toate locurile ascunse şi posibilitatea executării curăţeniei în mod curent în aceste spaţii.

Pentru fiecare linie de cablu, la darea în exploatare, se va preciza sarcina maximă de durată. Această sarcină se determină în funcţie de porţiunea de traseu, cu condiţiile termice cele mai favorabile (lungimea porţiunii considerate fiind de cel puţin 10 m) şi în funcţie de regimul de durată a sarcinii.

De asemenea, se vor indica şi datele care caracterizează stabilitatea la scurtcircuit, durata admisă, în funcţie de valoarea stabilizată a curentului de scurtcircuit.

Sarcina maximă de durată a fiecărui cablu trebuie să fie stabilită în conformitate cu temperaturile admise, corespunzătoare secţiunii conductoarelor, conform indicaţiilor fabricilor constructoare sau conform instrucţiunilor în vigoare.

La efectuarea lucrărilor cu flacără deschisă sau cu arc electric, în apropierea cablurilor sau în panouri cu cabluri se vor lua măsuri pentru protejarea acestora contra efectului flăcărilor, arcului sau a particulelor incandescente şi a transmisiei de căldură, avînd la îndemînă mij-

loace pentru stingerea incendiilor și închiderea în lăzi metalice a materialului combustibil rezultat din lucru.

Pentru stingerea incendiilor se vor utiliza stingătoare portative cu bioxid de carbon și praf, zăpadă carbonică sau alte substanțe dielectrice, cu nisip etc.

Intervenția rapidă este deosebit de importantă. După ce focul a cuprins mai multe rînduri de cabluri, degajarea de gaze este atît de abundentă și temperatura din încăpere poate fi atît de mare, încît nu mai e posibilă intervenția directă cu stingătoare portative. În aceste condiții stingerea se face prin intervenție din exterior cu jet de apă sau inundare cu spumă. Cablurile pentru care există pericolul de a fi cuprinse de incendiu vor fi scoase de sub tensiune. Pentru a intra în încăperi cu cabluri cuprinse de incendiu, se vor utiliza măști de gaze și aparate autonome de respirat, iar în cazul că mai sînt cabluri care nu au fost scoase de sub tensiune se vor utiliza mănuși și cizme electroizolante.

Pentru a se asigura stingerea rapidă a unor eventuale incendii în vederea împiedicării dezvoltării se impune dotarea încăperilor în care sînt montate tablouri electrice de distribuție sau tablouri de automatizare cu materialele tehnice pentru combaterea incendiilor incipiente și anume: stingătoare portative sau carosabile cu zăpadă carbonică, cu praf și bioxid de carbon, ladă cu nisip, lopeți cu coadă, aparat autonom cu oxigen, lanternă cu acumulator, mască contra fumului și pichet de incendiu cu unelte de luptă P.S.I.

CUPRINS

1. **Noţiuni introductive** 3

2. **Descrierea panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare** 5

2.1. Elemente componente 6
2.2. Caracteristici electrice şi regim de exploatare . . . 6
2.3. Construcţia metalică 9
2.3.1. Tipuri constructive 9
2.3.2. Elemente constructive 18
2.4. Condiţii de instalare 20
2.5. Condiţii de folosire 20
2.6. Construcţia tablourilor şi panourilor 22
2.6.1. Caracteristici mecanice 22
2.6.2. Montarea aparatajului electric 23
2.6.3. Legăturile electrice în interiorul tabloului . . . 23
2.6.4. Compartimentarea interioară a tablourilor . . 24
2.6.5. Încălzirea 24
2.6.6. Protecţia persoanelor 26
2.6.7. Protecţia climatică 28

3. **Tehnologia de execuţie a panourilor şi tablourilor electrice distribuţie şi de automatizare** 31

3.1. Construcţia metalică 31
3.1.1. Indicaţii tehnologice de execuţie 31
3.1.2. Accesorii 35
3.2. Acoperiri de protecţie 42
3.3. Scheme sinoptice 46
3.3.1. Clasificare 46
3.3.2. Indicaţii tehnologice de execuţie 47
3.4. Tehnologia de execuţie a instalaţiilor electrice aferente tablourilor de distribuţie şi panourilor de automatizare 49

4. **Principalele aparate şi materiale folosite la echiparea panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie şi de automatizare** 52

4.1. Condiţii generale şi clasificarea aparatelor electrice . 52
4.2. Căile de curent 54
4.3. Izolatoare electrice 55
4.4. Aparate de conectare manuală 56
4.5. Aparate pentru comanda manuală a motoarelor electrice 65
4.6. Aparate pentru comanda automată a motoarelor electrice-contactoare 69
4.7. Aparate de protecţie 70
4.8. Aparate pentru acţionări şi semnalizări 73
4.9. Aparate pentru automatizări fabricate în R. S. România 81

5. **Controlul tehnic al panourilor şi tablourilor electrice de distribuţie de joasă tensiune şi al celor de automatizare** . 95

5.1. Organizarea activităţii de control 95
5.2. Aspectele economice ale controlului tehnic 98
5.3. Controlul statistic, fiabilitatea şi mentanabilitatea . . 99
5.4. Aparate folosite pentru controlul circuitelor 100
5.5. Verificarea dimensională şi de calitate a confecţiilor metalice 103
5.5.1. Verificări preliminare 103
5.5.2. Verificarea suprafeţelor vopsite 104
5.5.3. Verificarea suprafeţelor acoperite galvanic . . 105
5.5.4. Verificarea dimensiunilor 106
5.5.5. Verificarea formei şi a execuţiei 108
5.5.6. Verificarea gradului de protecţie 110
5.5.7. Verificarea schemei sinoptice 113
5.5.8. Verificarea accesoriilor 114
5.5.9. Verificarea asamblării şi a montajului reperelor 115
5.6. Verificarea aparatelor de conectare 116
5.6.1. Verificarea separatoarelor 116
5.6.2. Verificarea contactoarelor de comandă 117
5.6.3. Verificarea contactoarelor de forţă şi a ruptoarelor 118
5.6.4. Verificarea întreruptoarelor cu acţionare manuală şi a comutatoarelor cu came 120
5.6.5. Verificarea întreruptoarelor cu pîrghie şi a celor automate 121
5.6.6. Verificarea comutatoarelor stea-triunghi 126
5.6.7. Verificarea releelor 127
5.7. Verificarea aparatelor de măsurat 128
5.7.1. Verificarea ampermetrelor 128
5.7.2. Verificarea voltmetrelor 130
5.7.3. Verificarea aparatelor fabricate de I.E.A. . . . 132
5.7.4. Verificarea logametrelor şi milivoltmetrelor . . 137
5.8. Verificarea dispozitivelor de iniţiere a comenzilor şi semnalizărilor 137

5.8.1. Verificarea butoanelor 137
5.8.2. Verificarea microîntreruptoarelor 138
5.8.3. Verificarea lămpilor 138
5.8.4. Verificarea cheilor de comandă 139
5.9. Verificarea elementelor de protecție 140
5.9.1. Verificarea întreruptoarelor automate monopolare 140
5.9.2. Verificarea siguranțelor tip LF și MPR . . . 140
5.9.3. Verificarea releelor termice 142
5.9.4. Verificarea transformatoarelor 143
5.10. Verificări generale ale subansamblurilor 144
5.10.1. Verificarea aparatelor 144
5.10.2. Verificarea motoarelor de acționare 145
5.10.3. Verificarea barelor. Distanțe de conturnare și de izolație 146
5.10.4. Verificarea buclelor de reglare 148
5.10.5. Verificarea instalațiilor pneumatice 148
5.11. Verificări finale 149
5.11.1. Verificarea la funcționare în gol a schemei . 149
5.11.2. Măsurarea rezistenței de legare la pământ . . 151
5.11.3. Determinarea valorii rezistenței de izolație . 151
5.11.4. Verificarea rigidității dielectrice 153
5.11.5. Verificarea comportării la încălzire 155
5.11.6. Verificarea comportării la curent limită dinamic și termic 158
5.11.7. Verificarea comportării la scurtcircuit . . . 159
5.11.8. Măsurarea căderilor de tensiune 161
5.11.9. Verificări în sarcină (după conectarea instalației tehnologice) 161

6. **Exploatarea și întreținerea panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare** 163

6.1. Generalități 163
6.2. Exploatarea panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare 164
6.3. Întreținerea panourilor și tablourilor electrice de distribuție și de automatizare 168
6.3.1. Revizia tehnică 169
6.3.2. Reparația curentă 197
6.3.3. Reparația capitală 205
6.3.4. Reparația accidentală 205
6.3.5. Organizarea întreținerii panourilor și tablourilor electrice de distribuție și automatizări 206

7. **Măsuri de protecția muncii și de pază și stingerea incendiilor** 213

7.1. Generalități 213
7.2. Mijloace de protecție folosite la executarea lucrărilor 217
7.3. Mijloace de lucru folosite la executarea lucrărilor . . 219
7.4. Executarea lucrărilor 220
7.5. Măsuri de pază și stingerea incendiilor 225